

A acidentalidade no trânsito é um grave problema no mundo contemporâneo. São 1,3 milhão de mortes por ano e 50 milhões de feridos (milhares ficando com sequelas físicas, mentais e/ou psicológicas que impedem uma vida normal). A previsão é que esses números irão crescer ainda mais, podendo atingir 1,9 milhão de óbitos no ano 2020 se ações adequadas não forem colocadas em prática.

Desde o advento do automóvel, há cerca de 100 anos, estima-se que já morreram 40 milhões de pessoas em razão dos acidentes de trânsito.

No Brasil, a acidentalidade no trânsito constitui uma verdadeira catástrofe. Em 2010, foram mais de 42 mil mortes, cerca de 1 milhão de acidentes e 500 mil feridos (milhares ficando com sequelas graves definitivas). O índice de mortes por bilhão de quilômetro percorrido pela frota de veículos rodoviários é, no país, 6 a 12 vezes maior em relação aos países mais desenvolvidos.

Neste livro, endereçado a estudantes e profissionais que atuam na área, são apresentados os princípios que devem nortear a busca por uma maior segurança do trânsito no país — questão complexa que exige abordagem científica e multidisciplinar.

O Núcleo de Estudos de Segurança no Trânsito (NEST) da USP, em São Carlos, com este livro e outras ações, tem buscado contribuir para a redução da acidentalidade viária no país — este verdadeiro monstro que mata milhares de pessoas, deixa um grande número de incapacitados, causa tanto sofrimento e tem um custo para a sociedade brasileira da ordem de R\$50 bilhões.

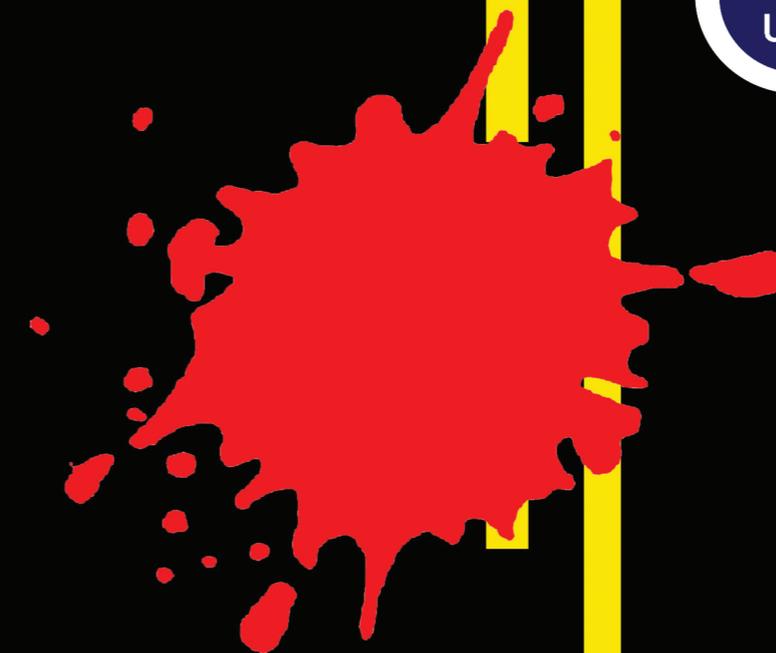
**Prof. Coca Ferraz**  
Coordenador do NEST-USP



SEGURANÇA VIÁRIA

# SEGURANÇA VIÁRIA

NEST  
USP



**Coca Ferraz**  
**Archimedes Raia Jr.**  
**Barbara Bezerra**  
**Tiago Bastos**  
**Karla Rodrigues**

Patrocínio

 **OHL  
Brasil**

# **SEGURANÇA VIÁRIA**



# SEGURANÇA VIÁRIA

Antonio Clóvis Pinto “Coca” Ferraz

Archimedes Azevedo Raia Junior

Barbara Stolte Bezerra

Jorge Tiago Bastos

Karla Cristina Rodrigues Silva



Núcleo de Estudos de Segurança no Trânsito  
Departamento de Transportes  
Escola de Engenharia de São Carlos  
Universidade de São Paulo

**Patrocínio**



**Titulo Original:** Segurança Viária

**Capa:** Tetê Ferraz

**Diagramação:** Helton J. Santana

**Impressão e acabamento:** Suprema Gráfica e Editora Ltda - Epp.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Segurança viária / Antonio Clóvis Pinto "Coca"  
Ferraz...[et al.]. -- São Carlos, SP : Suprema  
Gráfica e Editora, 2012.

Outros autores: Archimedes Azevedo Raia Junior,  
Barbara Stolte Bezerra, Jorge Tiago Bastos, Karla  
Cristina Rodrigues Silva  
Bibliografia.  
ISBN 978-85-98156-69-9

1. Educação para segurança no trânsito 2. Motoristas -  
Educação 3. Pedestres - Educação 4. Trânsito - Leis e  
legislação - Brasil 5. Trânsito - Segurança I. Ferraz,  
Antonio Clóvis Pinto "Coca". II. Raia Junior, Archimedes  
Azevedo. III. Bezerra, Barbara Stolte. IV. Bastos,  
Jorge Tiago. V. Silva, Karla Cristina Rodrigues.

12-06532

CDD-363.125

Índices para catálogo sistemático:

1. Condutores e pedestres : Educação para segurança  
no trânsito : Problemas sociais 363.125
2. Pedestres e condutores : Educação para segurança  
no trânsito : Problemas sociais 363.125

## **AUTORIA**

**Antonio Clóvis Pinto “Coca” Ferraz**

Professor da USP–São Carlos e  
Coordenador do NEST–USP

**Archimedes Azevedo Raia Junior**

Professor da UFSCar–São Carlos

**Barbara Stolte Bezerra**

Professora da UNESP–Bauru

**Jorge Tiago Bastos**

Mestre em Transportes e  
Doutorando na USP–São Carlos

**Karla Cristina Rodrigues Silva**

Mestre em Transportes e  
Doutoranda na USP–São Carlos

## **PROJETO DA CAPA**

**Tetê Ferraz**

Designer de Moda



## **COLABORAÇÃO**

Adriana Massa de Carvalho

Adriane Monteiro Fontana

Cândido Moreira Andrade

Cida Cristina de Souza Moraes

Fábio Quintela Fortes (“in memoriam”)

Fábio Racy

Fátima Elisabeth de Faria

Fernanda Antonio Simões

Fernando Hideki Hirose

Gustavo Riente Andrade

Heitor Vieira

João Alberto Nogueira Júnior

Luiz Fernando Romano Devico

Magaly N. P. Vasconcellos Romão

Mário Guissu Yamada

Milton Pombo da Paz

Raquel Almqvist

Sverker Almqvist



## **HOMENAGEM PÓSTUMA**

Fábio Quintela Fortes

Jorge Luís Gomes Chueire

José Alberto Gonçalves (Gaeta)

Reinier Johannes Rozenstraten

Susi Lippi Marques Oliveira

Wellington Figueiredo

Que contribuíram para uma maior  
segurança do trânsito no país.



## PREFÁCIO

A primeira década do século 21 foi marcada por um grande desenvolvimento econômico e social do país. O PIB *per capita* aumentou 35%, 25 milhões de pessoas deixaram de viver abaixo da linha de pobreza e 40 milhões migraram para a classe média.

Consequência direta do grande desenvolvimento econômico e social foi o expressivo aumento do número de viagens pelos diferentes modais de transporte. São mais produtos produzidos e consumidos e mais pessoas viajando para trabalhar, estudar, comprar, passear, etc. O crescimento da frota de veículos rodoviários de 118% entre 2000 e 2010 reflete claramente isso. Também conta para o crescimento do número de viagens o aumento da população de 12% na década.

Infelizmente, a cultura de segurança no trânsito não marcha à mesma velocidade do progresso econômico e social. Isso aconteceu em todos os países que experimentaram um rápido desenvolvimento. No Brasil, não se pode negar que ações importantes foram implementadas para aumentar a segurança viária — prova é que o índice de mortes por veículo caiu 32% no período 2000–2010. O crescimento vertiginoso da frota, no entanto, levou o país a superar a marca de 42 mil mortos no trânsito em 2010.

O Núcleo de Estudos de Segurança no Trânsito (NEST) da USP, em São Carlos, com este livro e outras ações, tem buscado contribuir para a redução da acidentalidade viária no país – este verdadeiro monstro que mata milhares de pessoas, deixa um grande número de incapacitados, causa tanto sofrimento e tem um custo para a sociedade brasileira da ordem de R\$50 bilhões.

**Prof. Coca Ferraz**  
**Coordenador do NEST-USP**



## **NOTA DOS AUTORES**

A violência do trânsito não é problema simples de ser enfrentado. Ao contrário, trata-se de questão complexa que exige abordagem científica e multidisciplinar.

Neste livro, endereçado a estudantes e profissionais que atuam na área, são apresentados, tanto quanto possível de forma sintética e prática, os princípios que devem nortear a busca por uma maior segurança viária no país.

Este livro resulta do aperfeiçoamento do livro “Segurança no Trânsito”, editado em 2008, com a revisão do conteúdo, atualização de informações e incorporação de novos capítulos.

Agradecemos à empresa OHL Brasil, pelo patrocínio, à empresa Contransin, pelo apoio, à Prof<sup>ª</sup>. Darcy Dantas, pelo auxílio na redação, e às demais empresas e pessoas que colaboraram para a viabilização deste livro.

Ficamos gratos a todos que nos comunicarem sobre possíveis equívocos ou problemas de outra natureza encontrados nesta publicação para que sejam tomadas as devidas providências.



# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1 Gravidade do problema da acidentalidade viária .....	19
1.2 Segurança no trânsito e desenvolvimento .....	21
1.3 Custos dos acidentes de trânsito .....	23
1.4 Ações para reduzir a acidentalidade viária .....	24
1.5 Segurança no trânsito e mobilidade .....	30
1.6 Caráter multidisciplinar da segurança viária. ....	31
1.7 Políticas para a segurança no trânsito .....	32
1.8 Gestão da segurança viária .....	37
1.9 Década da segurança no trânsito .....	37
1.10 Ações para a redução da acidentalidade no Brasil .....	38
1.11 Questões.....	39
<b>2. FUNDAMENTOS SOBRE ACIDENTES DE TRÂNSITO.....</b>	<b>41</b>
2.1 Conceituação de acidente e morte no trânsito.....	41
2.2 Classificação dos tipos de acidentes .....	42
2.3 Classificação dos acidentes quanto à gravidade.....	44
2.4 Classificação das vítimas quanto ao estado físico.....	44
2.5 Documentação dos acidentes .....	46
2.6 Questões.....	47
<b>3. FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AOS ACIDENTES.....</b>	<b>49</b>
3.1 Introdução.....	49
3.2 Exposição ao trânsito .....	49
3.3 Legislação e fiscalização .....	51
3.4 Fatores de risco associados ao ser humano .....	51
3.5 Fatores de risco associados à via .....	60
3.6 Fatores de risco associados aos veículos .....	62
3.7 Fatores de risco associados ao meio ambiente .....	65
3.8 Distribuição dos fatores contribuintes .....	66
3.9 Leis propostas por Elvik.....	67
3.10 Questões.....	68
<b>4. FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À SEVERIDADE .....</b>	<b>69</b>
4.1 Introdução.....	69
4.2 Velocidade alta .....	69
4.3 Não utilização dos equipamentos de segurança .....	73
4.4 Veículos sem estrutura de proteção aos ocupantes .....	75
4.5 Presença de obstáculo perigoso próximo à pista .....	77
4.6 Questões.....	82

<b>5. QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA ACIDENTALIDADE.....</b>	<b>85</b>
5.1 Introdução.....	85
5.2 Registro dos acidentes .....	86
5.3 Confiabilidade das informações dos bancos de dados.....	87
5.4 Índices de acidentes .....	88
5.5 Considerações sobre os índices.....	90
5.6 Identificação e classificação dos locais críticos .....	92
5.7 Tratamento e análise dos dados de acidentes .....	95
5.8 Investigação dos acidentes nos locais críticos .....	99
5.9 Estatísticas oficiais de acidentes no país.....	105
5.10 Questões.....	107
<b>6. ENGENHARIA NA SEGURANÇA DO TRÂNSITO.....</b>	<b>111</b>
6.1 Introdução.....	111
6.2 Engenharia viária .....	112
6.3 Engenharia de tráfego.....	115
6.4 Engenharia na redução da acidentalidade.....	118
6.5 Questões.....	120
<b>7. TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE CONFLITOS DE TRÁFEGO.....</b>	<b>121</b>
7.1 Introdução.....	121
7.2 Técnica sueca .....	123
7.3 Análise expedita de conflitos de tráfego .....	128
7.4 Questões.....	129
<b>8. AUDITORIA DE SEGURANÇA VIÁRIA.....</b>	<b>131</b>
8.1 Introdução.....	131
8.2 Benefícios e custos .....	133
8.3 Ações decorrentes das auditorias.....	133
8.4 Fases de aplicação das auditorias .....	134
8.5 Listas de verificação .....	135
8.6 Questões.....	138
<b>9. ESFORÇO LEGAL NO TRÂNSITO.....</b>	<b>141</b>
9.1 Introdução.....	141
9.2 Legislação.....	141
9.3 Gestão legal.....	145
9.4 Documentação dos acidentes .....	152
9.5 Questões.....	153

<b>10. EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO.....</b>	<b>157</b>
10.1 Introdução .....	157
10.2 Legislação brasileira.....	158
10.3 Ensino na escola.....	163
10.4 Formação e aprimoramento de condutores .....	164
10.5 Campanhas educativas.....	165
10.6 Questões.....	169
<b>11. MEDICINA DE TRÁFEGO.....</b>	<b>171</b>
11.1 Introdução .....	171
11.2 Áreas de atuação .....	172
11.3 Exame de aptidão física e mental.....	173
11.4 Atendimento às vítimas dos acidentes .....	176
11.5 Importância da rapidez e da qualidade do atendimento .....	179
11.6 Questões.....	180
<b>12. PSICOLOGIA DO TRÂNSITO.....</b>	<b>183</b>
12.1 Introdução .....	183
12.2 Atividades da psicologia no trânsito .....	184
12.3 Exame de avaliação psicológica para condutores .....	184
12.4 Comportamento dos condutores.....	188
12.5 Questões.....	189
<b>13. MODELOS DE PREVISÃO DE ACIDENTES .....</b>	<b>191</b>
13.1 Introdução .....	191
13.2 Metodologia do <i>HSM</i> .....	192
13.3 Considerações finais.....	198
13.4 Questões.....	198
<b>14. AÇÕES PARA A REDUÇÃO DA ACIDENTALIDADE VIÁRIA.....</b>	<b>201</b>
14.1 Introdução .....	201
14.2 Sistema político-administrativo .....	202
14.3 Esforço legal.....	205
14.4 Educação para o trânsito.....	209
14.5 Veículos e equipamentos de segurança .....	212
14.6 Sistema viário .....	218
14.7 Questões.....	246

<b>15. MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS AÇÕES.....</b>	<b>249</b>
15.1 Introdução.....	249
15.2 Teoria da compensação do risco.....	250
15.3 Efeito Peltzman.....	252
15.4 Migração dos acidentes.....	252
15.5 Erros na avaliação da eficácia.....	253
15.6 Etapas do monitoramento.....	256
15.7 Métodos de avaliação da eficácia.....	257
15.8 Questões.....	260
<b>16. AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE SEGURANÇA NO TRÂNSITO.....</b>	<b>263</b>
16.1 Introdução.....	263
16.2 Custos econômicos dos acidentes.....	265
16.3 Benefícios econômicos dos projetos.....	266
16.4 Vida útil dos projetos.....	267
16.5 Custos dos projetos.....	268
16.6 Taxa de oportunidade de capital.....	269
16.7 Expressões para a transferência de capital.....	270
16.8 Fluxos de caixa dos projetos.....	271
16.9 Métodos de avaliação econômica.....	272
16.10 Avaliação multicritério.....	276
16.11 Apresentação dos resultados.....	278
16.12 Questões.....	278
<b>17. DIMENSÃO DA ACIDENTALIDADE VIÁRIA NO BRASIL.....</b>	<b>281</b>
17.1 Números sobre a acidentalidade viária.....	281
17.2 Mortalidade no trânsito nos Estados.....	290
17.3 Acidentalidade em algumas rodovias e cidades.....	293
17.4 Questões.....	299
<b>18. SEGURANÇA DO TRÂNSITO NO BRASIL: DIAGNÓSTICO E PLANO DE AÇÕES.....</b>	<b>301</b>
18.1 Sistema político-administrativo.....	301
18.2 Esforço legal.....	305
18.3 Educação para o trânsito.....	308
18.4 Veículos.....	310
18.5 Infraestrutura viária.....	312
18.6 Questões.....	315
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>317</b>

# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 GRAVIDADE DO PROBLEMA DA ACIDENTALIDADE VIÁRIA

#### CENÁRIO MUNDIAL

A acidentalidade no trânsito é um grave problema no mundo contemporâneo. Seguem dados sobre a questão extraídos de *WHO*<sup>1</sup>, *WHO*<sup>2</sup>, *WHO*<sup>3</sup>, *NEST-USP*<sup>4</sup>, *UN*<sup>5</sup>, *MRS*<sup>6</sup>.

Atualmente, morrem cerca de 1,3 milhão de pessoas por ano em razão dos acidentes de trânsito (quase 3.600 mortes diárias) e aproximadamente 50 milhões sofrem algum tipo de lesão — muitos ficando com sequelas físicas, mentais e/ou psicológicas que impedem uma vida normal.

Esse cenário vai se tornar ainda mais trágico se políticas adequadas não forem colocadas em prática, pois a previsão é que esses números irão crescer ainda mais, podendo atingir 1,9 milhão de óbitos no ano 2020 (essa estimativa considera um aumento de óbitos de 80% nos países em desenvolvimento e uma redução de 30% nas nações mais desenvolvidas — que têm conseguido reduzir os acidentes e as mortes no trânsito com a concretização de ações adequadas).

A acidentalidade no trânsito foi a 10<sup>a</sup> causa de óbitos no mundo em 2008 (cerca de 2,1% do total); na faixa etária entre 15 e 29 anos foi a 1<sup>a</sup> causa. Em 2030, a previsão é que passará a ocupar a 5<sup>a</sup> posição, com 3,6% do total de óbitos.

Uma avaliação mais adequada do impacto negativo dos acidentes de trânsito para a sociedade deve ser feita com base no indicador de saúde *DALY* (*Disability-Adjust Life Year*): uma medida que combina o número de anos perdidos devido à morte prematura e o número de anos vividos com sequelas graves — que impedem uma vida normal (ponderado conforme o tipo de incapacidade), tomando como referência o tempo médio de vida da população do país. Sob a ótica desse indicador, no ano de 1990 os acidentes de trânsito foram classificados em 9<sup>o</sup> lugar, representando 2,6% do total de mortes. Em 2020, a previsão é que os acidentes de trânsito passarão a ocupar a 3<sup>a</sup> posição, perdendo apenas para as doenças denominadas cardiopatia e depressão, representando 5,1% do total. Considerando apenas os países com desenvolvimento médio ou baixo, os acidentes passarão a ocupar, em 2020, a 2<sup>a</sup> posição, superando a doença referida como depressão.

Desde o advento do automóvel, no início do século 20, até o ano de 2012, estima-se que da ordem de 40 milhões de pessoas tenham morrido em razão dos acidentes de trânsito.

Na Tabela 1.1 estão indicados os valores das taxas de motorização e dos índices de mortalidade no trânsito em alguns países.

**Tabela 1.1 – Taxas de motorização e índices de mortalidade no trânsito em alguns países. Fonte: NEST-USP<sup>4</sup>, IRTAD<sup>7</sup> e Elvik et al.<sup>8</sup>**

País	Taxa de motorização (veic/100 hab)	Índice de mortalidade por ano		
		Mortes/100 mil habitantes	Mortes/100 mil veículos	Mortes/bilhão de veículos-quilômetros
Brasil <sup>a</sup>	33,17	22,14	66,73	54,84
Malásia <sup>b</sup>	67,13	23,83	35,50	17,27
Polônia <sup>b</sup>	51,08	14,30	28,00	9,10
França <sup>a</sup>	61,82	6,80	11,00	7,75
Japão <sup>b</sup>	70,78	4,53	6,40	7,74
Canadá <sup>c</sup>	63,30	7,18	11,50	7,30
Estados Unidos <sup>b</sup>	83,36	11,01	13,21	7,05
Austrália <sup>b</sup>	71,58	6,80	9,50	6,70
Israel <sup>b</sup>	32,31	4,20	13,00	6,40
Alemanha <sup>b</sup>	60,49	5,10	8,00	6,00
Suíça <sup>b</sup>	64,29	4,50	7,00	5,70
Holanda <sup>b</sup>	55,71	3,90	7,00	5,60
Reino Unido <sup>b</sup>	57,28	3,80	6,60	4,59
Suécia <sup>b</sup>	58,56	3,90	7,00	4,40
Portugal <sup>b</sup>	54,25	7,90	15,00	-
México <sup>b</sup>	22,17	4,70	21,20	-
Argentina <sup>b</sup>	33,65	18,34	54,50	-
Camboja <sup>d</sup>	10,20	12,60	123,00	-
Colômbia <sup>d</sup>	5,88	12,00	204,20	-
África do Sul <sup>d</sup>	15,10	32,50	215,30	-
China <sup>d</sup>	2,83	7,60	268,40	-
Bangladesh <sup>d</sup>	0,23	2,90	1250,80	-

<sup>a</sup>Dados relativos ao ano de 2010 (NEST-USP<sup>4</sup>) obtidos a partir de MS<sup>9</sup> considerando apenas as mortes em acidentes no transporte rodoviário;

<sup>b</sup>Dados relativos ao ano de 2009 (IRTAD<sup>7</sup>);

<sup>c</sup>Dados relativos ao ano de 2008 (IRTAD<sup>7</sup>);

<sup>d</sup>Dados relativos ao ano de 2006 (Elvik et al.<sup>8</sup>).

## CENÁRIO NACIONAL

No Brasil, a acidentalidade no trânsito constitui uma verdadeira catástrofe. Em 2010, de acordo com MS<sup>9</sup>, morreram no país 42.225 pessoas em razão dos

acidentes de trânsito. Nesse mesmo ano, estima-se que houve mais de 1 milhão de acidentes e mais de 500 mil feridos (milhares ficando com sequelas graves definitivas que impedem uma vida normal).

Em comparação com alguns países desenvolvidos, como ilustrado na Figura 1.1 construída com dados da Tabela 1.1, no Brasil o índice de mortes por bilhão de quilômetro percorrido pela frota de veículos rodoviários (IMBQ), o parâmetro mais adequado para medir a segurança no trânsito, é 7 a 12 vezes maior em relação aos países mais desenvolvidos tomados como referência — o que reflete uma situação extremamente grave.

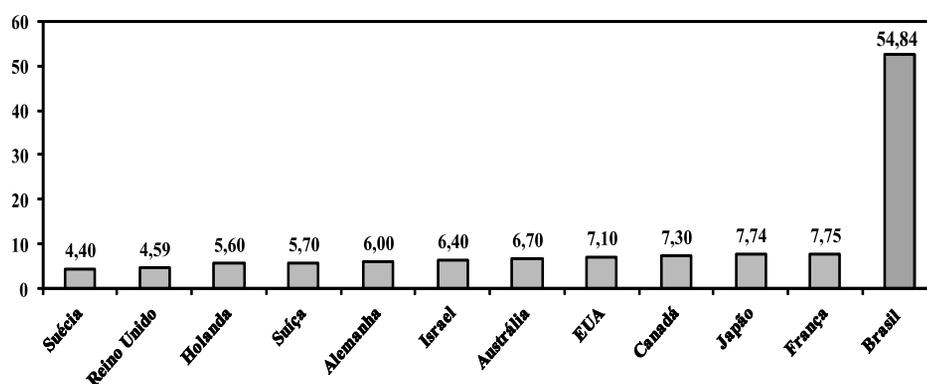


Figura 1.1 – Mortes por bilhão de quilômetros.

No tocante ao número de mortes por habitante, considerando a classificação utilizada por MS<sup>9</sup>, os acidentes de trânsito ocuparam a 9ª posição no ano de 2009; no caso do sexo masculino, o 5º lugar.

Muito preocupante é o fato que o número de acidentes e mortes no trânsito tem crescido bastante nos últimos anos. Entre 2000 e 2010, por exemplo, o número de mortes cresceu 48,27% — o que corresponde a uma taxa média anual de 4,02%. Admitindo a permanência dessa taxa, 45.700 mortes são previstas no ano de 2012.

## 1.2 SEGURANÇA NO TRÂNSITO E DESENVOLVIMENTO

A segurança no trânsito é fortemente influenciada pelo nível de desenvolvimento econômico e social: nos países menos desenvolvidos, as taxas de mortes por veículo e por quilômetro são, em geral, muito maiores que nos países mais desenvolvidos. Os dados da Tabela 1.1 mostram esse fato. No Camboja, Colômbia, África do Sul, China e Bangladesh, exemplos de países pouco desenvolvidos (as baixas taxas de motorização são indicativas disso), as taxas de mortes por veículo são muito mais altas que nos países mais desenvolvidos (Suíça, Japão, França, Estados Unidos, etc.).

Diretamente ligados à questão econômica, os seguintes fatos contribuem

para o crescente número de mortes no trânsito nos países pobres: condutores imprudentes em razão da falta de cultura de segurança no trânsito, vias mal projetadas e sem conservação adequada, veículos velhos e sem manutenção, legislação inapropriada, fiscalização incipiente, grande utilização de motocicletas e veículos assemelhados, atendimento médico precário das vítimas, etc.

No tocante ao desenvolvimento social, a maior segurança no trânsito dos países desenvolvidos deve-se principalmente aos seguintes fatores: existência de uma cultura consolidada de segurança viária, legislação e punição mais severas, maior conhecimento e respeito às leis e regras de trânsito por parte da população, condutores e pedestres com melhor treinamento, amplo acesso das pessoas às informações sobre as estatísticas de acidentes, etc.

Nos países em desenvolvimento, as principais vítimas dos acidentes se encontram nas classes econômicas mais baixas que não têm acesso ao automóvel e por isso são os usuários mais vulneráveis (pedestres, ciclistas e motociclistas).

De acordo com *WHO*<sup>1</sup>, os países em desenvolvimento têm apenas 20% dos carros do mundo, mas 90% das mortes no trânsito.

Em um mesmo país, os índices de acidentes de trânsito também variam significativamente entre diferentes estados, regiões ou cidades, dependendo do desenvolvimento econômico e social. Para exemplificar, seguem os índices de mortes por bilhão de quilômetros percorridos relativos ao ano de 2010, obtidos por NEST-USP<sup>4</sup>, em quatro estados brasileiros: São Paulo = 32, Paraná = 64, Alagoas = 133 e Piauí = 136.

A pouca preocupação com a acidentalidade no trânsito nos países não desenvolvidos deve-se à existência de problemas mais graves e a escassez de recursos — numa certa semelhança com a teoria das necessidades humanas de Maslow: sintetizadas graficamente através de cinco camadas distintas em uma pirâmide, com a camada inferior representando as necessidades vitais para a sobrevivência, a camada superiores associadas a distintas necessidades em ordem de importância e a camada mais alta reunindo necessidades espirituais.

Nos países menos desenvolvidos não há cultura técnica sobre segurança viária e a população, em geral, se encontra distante do problema; um dado obtido em estudo do IPEA<sup>10</sup> retrata bem a questão: 75% dos proprietários de veículos no país não estão dispostos a pagar qualquer acréscimo na taxa de IPVA (Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores) para que sejam aumentados os investimentos visando à redução dos acidentes de trânsito.

A perda de anos de vida, em razão das mortes, e de anos de vida saudável, em decorrência de sequelas graves definitivas, têm transformado a acidentalidade viária nos países menos desenvolvidos em um sério problema de saúde pública. A posição atual e a posição futura prevista, sob a ótica do indicador de saúde *DALY*, mostram claramente isso.

Dessa forma, viabilizar recursos para combater a acidentalidade viária,

colocar em prática ações apropriadas — mesmo que impopulares — e convencer a população da importância dessas medidas constituem um grande desafio para autoridades e técnicos dos países menos desenvolvidos, como é o caso do Brasil.

### **1.3 CUSTOS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO**

#### **CUSTO ECONÔMICO**

Um aspecto extremamente negativo dos acidentes de trânsito é o impacto que têm sobre a economia dos países. Segundo *WHO*<sup>1</sup>, o custo dos acidentes de trânsito, no ano de 2002, considerando em conjunto todos os países do mundo, foi estimado em US\$ 518 bilhões. Na estimativa de *WHO*<sup>1</sup> foram considerados os seguintes percentuais do Produto Interno Bruto (PIB) para o custo dos acidentes: 1% nos países com baixo desenvolvimento, 1,5% nos países com desenvolvimento médio e 2% nos países desenvolvidos.

Considerando o aumento do número de acidentes e a inflação da moeda americana no período 2002–2012 (10 anos), estima-se que esse número seja, atualmente, da ordem de US\$ 800 bilhões.

No custo dos acidentes estão incluídos os seguintes itens: despesas médicas e hospitalares, tratamento e reabilitação das vítimas, perdas materiais (veículos, produtos, postes, sinais de trânsito, muros, etc.), remoção dos veículos acidentados, resgate das vítimas, limpeza e reparo dos danos causados à via e à sinalização de trânsito, perdas de dia de trabalho, pensões e aposentadorias precoces, custos policiais e judiciários, funerais, etc.

No Brasil, foram realizados dois estudos detalhados sobre os custos dos acidentes de trânsito: IPEA<sup>10</sup>, publicado em 2003 sobre acidentes nas cidades, e IPEA<sup>11</sup>, publicado em 2006 sobre acidentes nas rodovias.

Na Tabela 1.2 encontram-se os valores atualizados (relativos ao ano de 2012) dos custos dos acidentes apresentados em IPEA<sup>10</sup> e IPEA<sup>11</sup>, tomando como base a variação do IPCA do IBGE<sup>12</sup>: de 67,42% no período 2003–2011 e de 41,72% no período 2006–2011. Os valores do item “todos os tipos de acidentes” foram atualizados considerando as mesmas distribuições dos tipos de acidentes quanto à severidade obtidas nos estudos do IPEA. Na atualização do valor anual total dos custos também foi levado em conta a projeção do número de acidentes para o ano de 2012.

**Tabela 1.2 – Custos dos acidentes de trânsito atualizados para 2012.**

<b>Discriminação</b>	<b>Rodovias</b>	<b>Cidades</b>	<b>País</b>
Acidente sem vítimas (R\$)	23.866,00	5.461,00	-
Acidente com vítimas não fatais (R\$)	121.925,00	29.231,00	-
Acidente com vítimas fatais (R\$)	592.873,00	241.320,00	-
Todos os tipos de acidentes (R\$)	83.445,00	14.704,00	-
Total anual (bilhões de R\$/ano)	39,50	12,65	52,15

O valor do custo total dos acidentes para o ano de 2012, estimado em 52,15 bilhões de reais, corresponde a cerca de 1,21% do PIB brasileiro previsto de 4,3 trilhões de reais (valor que se situa entre 1,0 e 1,5%, que são os percentuais adotados por *WHO*<sup>1</sup> na estimativa do custo total dos acidentes nos países com nível de desenvolvimento baixo e médio, respectivamente).

## **CUSTO HUMANO E SOCIAL**

Mais impactante que o custo econômico dos acidentes é o custo humano e social: sofrimento físico e psicológico das vítimas, sofrimento psicológico dos familiares e pessoas com ligação com as vítimas, doenças de natureza psicológica que acometem vítimas e pessoas próximas (depressão, fobias, etc.), perda de qualidade de vida de muitas das vítimas e de seus familiares, destruturação econômica de famílias, distanciamento de entes queridos em razão do tratamento hospitalar e de reabilitação, etc.

## **CUSTO AMBIENTAL**

Em acidentes envolvendo veículos que transportam produtos químicos, muitas vezes o derramamento da carga provoca grandes danos ao meio ambiente: no solo, nas águas, na flora, na fauna e até mesmo no clima.

Esses custos (impactos negativos), ainda que sejam difíceis de mensurar, trazem grande prejuízo para o meio ambiente.

## **1.4 AÇÕES PARA REDUZIR A ACIDENTALIDADE VIÁRIA**

O trânsito pode ser considerado como um sistema constituído de três elementos: ser humano, veículo e via/meio ambiente — os quais na maioria absoluta das vezes interagem de maneira adequada entre si. Quando essa interação não ocorre de maneira apropriada, em razão de falha de um ou mais fatores associados a esses elementos (base da teoria multicausal), pode ocorrer o acidente.

Uma visão sistêmica acerca da acidentalidade no trânsito representada em forma de quadro (matriz) foi desenvolvida pelo americano Haddon<sup>13</sup>. Uma versão adaptada dessa matriz é mostrada na Tabela 1.3. Nessa tabela estão relacionadas as principais ações associadas a cada um dos três elementos que compõem o sistema de trânsito, no sentido de evitar os acidentes (período pré-acidente), de minimizar as consequências dos acidentes no instante em que ocorrem (momento do acidente) e de minimizar os efeitos após os acidentes (período pós-acidente).

Dessa forma, uma política adequada de segurança no trânsito deve atuar no sentido de:

- Reduzir a exposição ao risco;
- Reduzir a quantidade de acidentes;
- Reduzir a severidade dos acidentes;
- Reduzir os danos às vítimas.

A seguir são comentadas, de forma breve, as ações a serem empreendidas visando à consecução desses objetivos.

## **REDUÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RISCO**

A redução da exposição ao risco compreende as seguintes principais ações: diminuição da necessidade de viajar, redução da distância média das viagens, realização de viagens por modos mais seguros e eliminação de situações de risco.

A diminuição da necessidade de viajar está associada com a disponibilidade e o aperfeiçoamento das várias formas de telecomunicações, com a possibilidade de realizar compras e efetuar operações bancárias via Internet, com a ampliação das oportunidades de realizar trabalho na própria residência advindas do avanço da informática, etc.

A redução da distância das viagens está associada a um uso mais racional do solo, de modo a proporcionar às pessoas oportunidades de trabalho, estudo, compras e lazer em locais mais próximos das suas residências.

A realização de viagens por modos mais seguros é conseguida com a melhoria do transporte público, por medidas de incentivo ao uso do transporte público e/ou desestímulo ao uso do transporte individual (sobretudo da motocicleta), etc.

A eliminação de situações de risco pode decorrer, por exemplo, das seguintes ações: proibição de dirigir à noite e em rodovias para os condutores recém-habilitados, punição mais rígida e fiscalização mais intensa no tocante ao nível de álcool no sangue e ao limite de velocidade, limitação da velocidade das motocicletas, melhoria das rodovias e vias urbanas rápidas no tocante à segurança, correção de problemas em locais críticos (com alta incidência de acidentes), etc.

Tabela 1.3 – Versão adaptada da matriz de Haddon. Fonte: Haddon<sup>13</sup>.

PERÍODO	ELEMENTO	EXEMPLOS DE AÇÕES
<b>PRÉ-ACIDENTE</b> <b>Prevenção do acidente</b>	<b>Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Redução da exposição ao risco (diminuição da necessidade de viajar, substituição de viagens por modos mais seguros, etc.);</li> <li>•Conhecimento das normas e regras;</li> <li>•Treinamento prático;</li> <li>•Conscientização (convencimento) das pessoas visando um comportamento adequado (criação de uma cultura de segurança);</li> <li>•Legislação severa e fiscalização intensa;</li> <li>•Uso de vestimenta com material refletivo por parte de pedestres, ciclistas, motociclistas e trabalhadores no período noturno.</li> </ul>
	<b>Veículo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Projeto voltado para proporcionar segurança;</li> <li>•Manutenção adequada de freios, pneus, direção, suspensão, etc.;</li> <li>•Vidros e/ou visor do capacete limpos e desembaçados;</li> <li>•Material refletivo nas bicicletas e motocicletas para maior visibilidade noturna.</li> </ul>
	<b>Via/meio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Geometria da via adequada;</li> <li>•Limite de velocidade apropriado;</li> <li>•Sinalização adequada;</li> <li>•Rugosidade e drenagem da pista adequadas;</li> <li>•Faixa lateral com superfície regular, pequena declividade e sem obstáculos;</li> <li>•Inexistência de elementos próximos que prejudicam a visibilidade ou desviam a atenção;</li> <li>•Existência de painéis com mensagens variáveis para avisar sobre condições climáticas adversas, existência de obras, etc.</li> </ul>
<b>ACIDENTE</b> <b>Prevenção de traumatismos durante o acidente</b>	<b>Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Velocidade compatível com o local;</li> <li>•Uso de equipamentos de segurança (cinto de segurança, cadeiras especiais para crianças, capacete para motociclistas, etc.);</li> <li>•Crianças no banco traseiro;</li> <li>•Cargas no porta-malas ou bagageiro.</li> </ul>
	<b>Veículo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Estrutura externa resistente ao impacto para proteger os ocupantes;</li> <li>•Parte frontal flexível para minimizar as lesões de pedestres, ciclistas e motociclistas;</li> <li>•Dotado de bolsa de ar (<i>airbag</i>).</li> </ul>
	<b>Via/meio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Faixa lateral com superfície regular, baixa declividade e sem obstáculos;</li> <li>•Barreiras de contenção nos locais críticos;</li> <li>•Amortecedores de impacto em elementos rígidos próximos a pista.</li> </ul>
<b>PÓS-ACIDENTE</b> <b>Conservação da vida</b>	<b>Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Rapidez na chegada ao local de atendimento especializado;</li> <li>•Pessoal treinado e equipamentos adequados no socorro e transporte das vítimas;</li> <li>•Tratamento hospitalar de urgência e posterior adequados;</li> <li>•Reabilitação física e psicológica das vítimas.</li> </ul>
	<b>Veículo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Existência de extintor de incêndio;</li> <li>•Retirada rápida da pista.</li> </ul>
	<b>Via/meio ambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Sinalização de emergência da pista indicando o acidente;</li> <li>•Limpeza da pista e recuperação dos dispositivos de controle (sinais de trânsito, semáforos, etc.).</li> </ul>

## **REDUÇÃO DA OCORRÊNCIA E DA SEVERIDADE DOS ACIDENTES**

Para reduzir a ocorrência e a severidade dos acidentes, deve-se, genericamente, atuar em seis áreas: Engenharia (*Engineering*), Educação (*Education*), Esforço Legal (*Enforcement*), Engajamento (*Engagement*), Ambiente (*Environment*) e Avaliação (*Evaluation*). Como as palavras em Inglês referentes a essas seis áreas começam com a letra E, é usual no jargão técnico dizer que a acidentalidade no trânsito deve ser combatida com seis Es.

A seguir, são comentadas as principais ações afetas a cada uma dessas áreas.

### **Engenharia**

No âmbito da Engenharia Viária e da Engenharia de Tráfego, as principais ações para melhoria da segurança no trânsito são: projetos de novas rodovias e vias expressas com ênfase na segurança, tratamento dos locais críticos, melhoria da manutenção das vias, melhoria da sinalização, definição das condições de operação com ênfase na segurança (redução do limite de velocidade, proibição de conversões perigosas, etc.), utilização de medidas para a redução da velocidade (lombadas, estreitamento de pista, etc.), utilização de dispositivos de fiscalização eletrônica (radares, detectores de avanço de sinal vermelho, etc.), melhoria da iluminação em locais com alta incidência de acidentes noturnos, etc.

No campo da Engenharia Automotiva, é importante o aperfeiçoamento dos veículos visando obter melhor desempenho nas frenagens e desvios rápidos de trajetória, estrutura com maior resistência a impactos e poder de absorção da energia cinética, melhor visibilidade noturna, equipamentos de segurança mais eficientes, etc.

A contribuição da Engenharia Eletrônica para uma maior segurança no trânsito está no desenvolvimento de tecnologias automatizadas, denominadas genericamente de sistemas inteligentes de transporte (*ITS – Intelligent Transport Systems*), que atuam no desempenho dos veículos e do controle do tráfego com base em informações detectadas automaticamente, portanto sem intervenção humana.

### **Educação**

No campo da Educação são desenvolvidas as atividades de conscientização (convencimento) da população acerca da importância do respeito às leis e à sinalização de trânsito para evitar acidentes e, também, de preparação (capacitação) das pessoas para que possam conduzir veículos (carros, motocicletas, bicicletas, charretes, etc.), ou locomover-se a pé, com segurança.

Nos países em desenvolvimento, um dos principais objetivos da educação para

o trânsito é criar uma cultura de segurança no trânsito, que implica em mudança no comportamento e na atitude das pessoas no trânsito visando reduzir a acidentalidade.

Algumas ações importantes na área da Educação para a melhoria da segurança no trânsito são: inclusão do tema no currículo das escolas em todos os níveis com aulas teóricas e práticas, aperfeiçoamento do processo de formação dos novos condutores, reciclagem e tratamento psicológico de condutores que se envolvem com frequência em acidentes, cursos especializados para os motoristas profissionais, campanhas educativas pela mídia.

### **Esforço legal**

O esforço legal no trânsito compreende: legislação, fiscalização, punição e documentação dos acidentes. O esforço legal tem como finalidade a organização do sistema de trânsito visando uma maior segurança, fluidez e comodidade na movimentação de veículos e pedestres, preservação do meio ambiente, convivência pacífica dos cidadãos, etc.

Alguns pontos importantes na área do Esforço Legal que contribuem para melhoria da segurança no trânsito são: estabelecimento de penalidades mais rígidas para as infrações que envolvem maior risco de acidentes, obrigatoriedade de determinadas características na fabricação de novos veículos, definição de regras mais rígidas para a obtenção e renovação do documento de habilitação, melhoria da fiscalização (treinamento dos agentes, aumento do efetivo do corpo de agentes, ampliação da fiscalização eletrônica, etc.), aperfeiçoamento do processo de coleta dos dados de acidentes, etc.

### **Engajamento**

A redução da acidentalidade depende muito da mudança do comportamento e atitude das pessoas. Em vista disso, é fundamental o engajamento da sociedade no processo de alcançar uma maior segurança no trânsito: governos, empresas, organizações não governamentais, clubes de serviço, associações, poder legislativo e judiciário, etc.

Em primeiro lugar, é preciso conscientizar/convencer a população que o problema da acidentalidade no trânsito é grave e pode ser evitado com mudança no comportamento e na atitude das pessoas. Para atingir esse objetivo é fundamental a divulgação de notícias sobre o assunto e a veiculação de campanhas publicitárias eficazes pela mídia, sobretudo pela televisão (órgão da mídia com maior capacidade de penetração junto à população) com vistas à efetivamente criar uma cultura de segurança no trânsito.

O engajamento por parte das três esferas de governo (federal, estadual e municipal) se materializa com a aplicação de volume de recursos adequado, concretização de ações eficazes e liderança no processo de envolver a sociedade

(órgãos da mídia, ONGs, clubes de serviço, associações de bairro, etc.) com a questão. Por isso, é essencial a vontade política dos três poderes: executivo, legislativo e judiciário.

## **Ambiente**

O ambiente viário e seu entorno exercem grande influência no comportamento de condutores e pedestres no trânsito, uma vez que pode induzir atitudes mais seguras ou de maior risco. Isso significa que aspectos como limite de velocidade e geometria da via devem estar de acordo com as características do ambiente ao redor, ou seja, o tráfego existente em determinado local deve ser condicionado às características de uso e ocupação já existentes, evitando o aparecimento de conflitos entre os diversos tipos de usuários que prejudicam a segurança.

Em um ambiente compartilhado por condutores de veículos motorizados, pedestres e ciclistas deve haver uma adequada distribuição no espaço e no tempo, de modo que determinado tipo de usuário não seja favorecido em detrimento da segurança dos outros. Ações de humanização do trânsito empreendidas em alguns países têm garantido um ambiente mais seguro para os usuários do sistema de transporte, principalmente para os pedestres e ciclistas.

## **Avaliação**

A avaliação permanente (monitoramento) da situação da segurança no trânsito é de extrema importância para a definição de prioridades das intervenções e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Em especial, é fundamental proceder à avaliação das ações empreendidas no sentido de identificar aquelas que tenham sucesso e, portanto, podem ser replicadas em outros locais ou situações.

Para a avaliação permanente das ações (monitoramento) é imprescindível a criação/manutenção de bancos de dados, os quais devem conter todas as informações referentes à situação da segurança, tais como registros de acidentes, levantamento dos conflitos existentes, fluxos de veículos e pedestres, etc.

## **REDUÇÃO DOS DANOS ÀS VÍTIMAS**

A redução dos danos às vítimas é obtida mediante a melhoria do atendimento aos feridos, com o objetivo de evitar mortes e sequelas graves. Essas ações podem estar focadas em uma ou mais das seguintes etapas: socorro, tratamento e reabilitação.

A melhoria do socorro às vítimas dos acidentes passa pela redução do tempo de chegada de equipe especializada no local do acidente para aplicar os procedimentos de urgência, na aquisição de equipamentos e viaturas adequadas,

no treinamento dos profissionais que integram as equipes de resgate e, também, na disseminação do conhecimento das técnicas de primeiros socorros entre a população.

O tratamento dos feridos pode ser em nível hospitalar ou ambulatorial. A possibilidade de melhoria nesse campo envolve investimentos em instalações e equipamentos hospitalares, bem como no treinamento de profissionais da área de traumatologia (médicos e paramédicos).

A melhoria do processo de reabilitação física e/ou psicológica das vítimas dos acidentes de trânsito está associada à criação de centros especializados, a melhoria das instalações e equipamentos dos centros existentes e ao treinamento dos profissionais que atuam na área.

## **1.5 SEGURANÇA NO TRÂNSITO E MOBILIDADE**

Como a probabilidade do envolvimento em acidentes é pequena, o desejo de mobilidade das pessoas prepondera sobre o desejo de segurança. Em razão disso, a aceitação por parte da população de ações para a melhoria da segurança no trânsito depende muito do impacto que têm sobre a mobilidade.

Quando o impacto é negativo, há maior resistência em aceitar as ações. Exemplos: redução do limite legal de velocidade, eliminação de acessos (entradas e saídas) à via, restrições ao uso do solo (localização e tamanho de estabelecimentos comerciais, etc.), implantação de vias com acesso restrito (calçadas, etc.), restrições para os recém-habilitados (por exemplo, não dirigir a noite, não dirigir em rodovias, etc.), implantação de medidas para redução da velocidade (obstáculos transversais, estreitamento de pista, etc.), restrição de conversões em cruzamentos, etc.

Outras ações não prejudicam a mobilidade e, portanto, não oferecem, em geral, grande resistência por parte da população, salvo se prejudicarem muito a conveniência ou aumentarem o custo. Exemplos: obrigatoriedade do uso do cinto de segurança ou do capacete, projetos de veículos mais seguros, utilização de mobiliário rodoviário mais seguro (elementos verticais laterais mais flexíveis e/ou colapsíveis, emprego de barreiras de contenção, etc.), melhoria do serviço de atendimento de emergência, etc.

Há, ainda, ações que proporcionam maiores segurança e mobilidade e, por isso, têm total aceitação. Exemplos: melhoria do padrão da via (duplicação, construção de terceira faixa em aclives, etc.), melhoria do sistema de freio dos veículos, implantação de dispositivos de controle mais adequados (semáforos, rotatórias, etc.).

Existe uma série de tecnologias veiculares emergentes que, no futuro, provavelmente serão bem aceitas, sobretudo se não encarecerem demais os veículos, pois vão beneficiar simultaneamente a segurança sem prejudicar a mobilidade. Exemplos: detector de fadiga do condutor com acionamento automático de sinal de alerta, detector de veículos à frente com acionamento automático do freio, etc.

## **1.6 CARÁTER MULTIDISCIPLINAR DA SEGURANÇA VIÁRIA**

A segurança do trânsito é uma questão multidisciplinar, exigindo a participação de profissionais de diferentes áreas: Engenharia, Educação, Polícia, Direito, Medicina, Odontologia, Enfermagem, Fisioterapia, Psicologia, Pedagogia, Ciências Sociais, Urbanismo, Comunicação, etc.

Aos profissionais da área de Engenharia cabe a responsabilidade de projetar, executar e manter vias para veículos e pedestres adequadas no tocante à geometria, à resistência, à regularidade e textura da superfície de rolamento, à sinalização, etc. Também realizar a gestão da segurança viária, envolvendo a coleta e o tratamento estatístico dos dados de acidentes, a logística de socorro às vítimas, a implementação de ações visando à redução dos acidentes, etc. Adicionalmente, na área da Engenharia, porém no campo da Engenharia Mecânica e da Engenharia Elétrica/Eletrônica, encontram-se as ações visando o aperfeiçoamento dos veículos no tocante à segurança e dos sistemas de fiscalização eletrônica.

As Ciências Médicas têm papel de grande importância na prevenção dos acidentes de trânsito mediante à realização dos exames físicos para verificar se o condutor está apto ou não a dirigir, como também no tratamento das sequelas físicas e emocionais das pessoas envolvidas em acidentes. A Medicina, a Odontologia e a Enfermagem, na implementação dos primeiros socorros e no tratamento das vítimas. A Fisioterapia, na reabilitação das vítimas com sequelas. A Psicologia, na avaliação psicológica para verificar se a pessoa reúne condições para dirigir, na preparação e reciclagem dos condutores, no apoio às vítimas de acidentes e as suas famílias, etc.

O Direito também tem papel relevante no trânsito. Todos os aspectos legais relacionados com o trânsito são tratados por essa ciência. Elaboração de leis e normas sobre o Trânsito, solicitações e julgamentos de indenizações por danos físicos e prejuízos materiais, recursos e julgamentos sobre multas e outras penalidades, indiciamentos judiciais, etc. são de alçada de profissionais do Direito (juízes, promotores e advogados).

Os profissionais da área de Pedagogia (professores) atuam no processo de educação e capacitação de crianças, adolescentes e adultos, tanto no ensino convencional como em cursos específicos.

Os profissionais da área de Administração também têm participação ativa nas questões do Trânsito, uma vez que tratam da organização de atividades em geral.

À Polícia Militar cabe a fiscalização (policiamento) do trânsito: verificação do comportamento dos condutores, verificação do porte de licença dos veículos e carteiras de habilitação, elaboração de boletins de ocorrência de acidentes de trânsito, etc. A Polícia Civil é responsável pela elaboração de laudo técnico de campo no caso dos acidentes com vítimas, condução dos processos relativos a acidentes e incidentes no trânsito, etc.

A função de agente de trânsito, prevista no atual Código de Trânsito Brasileiro,

criou a oportunidade de pessoas civis com formação básica também atuarem na fiscalização e operação do trânsito.

## **1.7 POLÍTICAS PARA A SEGURANÇA NO TRÂNSITO**

### **PRINCÍPIOS A SEREM SEGUIDOS**

A seguir são comentados os princípios que devem orientar as políticas voltadas para a segurança no trânsito, com base em *OECD*<sup>14</sup>.

#### **Tratamento científico**

Antigamente, considerava-se que os acidentes eram eventos que ocorreriam de maneira aleatória e independente de outros fatores. Atualmente, no entanto, o sucesso obtido pelos países mais desenvolvidos na diminuição dos acidentes e das vítimas, mediante o emprego de enfoque científico (análise racional e ações práticas adequadas), tem mostrado que os acidentes de trânsito são, em grande medida, previsíveis e evitáveis.

Em grande parte dos acidentes observa-se a presença de poucos fatores de risco. Esses acidentes podem ser reduzidos/abolidos mediante ação dirigida para diminuir/eliminar um ou poucos dos fatores de risco identificados. Assim, uma política (conjunto de ações) lógica e eficiente para combater a acidentalidade no trânsito deve estar focada em eliminar/minimizar pelo menos um dos fatores de risco mais frequentes — que somente podem ser identificados com a existência de um banco de dados dos acidentes e o tratamento/análise adequada das informações.

#### **Enfoque multissetorial**

Tradicionalmente, a segurança no trânsito era considerada uma responsabilidade do setor de Transporte. Na década de 1960, no entanto, muitos países desenvolvidos criaram organismos específicos para cuidar da segurança no trânsito e trataram de envolver outros setores no processo, sobretudo o da Saúde, pois a quantidade de óbitos, feridos, leitos hospitalares ocupados e anos de vida e vida saudável perdidos (medidos através do índice *DALY*) em razão dos acidentes de trânsito se equivalem ou mesmo superam muitas doenças clássicas.

Atualmente, há certo consenso de que a questão da acidentalidade viária nos países e estados deve ser gerida por um órgão estatal específico e envolver os seguintes principais setores públicos e privados: trânsito, saúde, educação, polícia, fabricantes de veículos, meios de comunicação, centros de pesquisa, organizações não governamentais, empresas operadoras de rodovias, empresas de transporte (de passageiros e de carga), etc.

Um trabalho articulado e envolvendo todos esses setores é necessário para reduzir a acidentalidade viária a uma dimensão aceitável.

### **Sistemas de trânsito projetados para evitar os acidentes**

Os acidentes de trânsito não são de responsabilidade exclusiva dos usuários, pois muitos outros fatores, sobre os quais os usuários não têm controle, podem contribuir para a ocorrência de acidentes, como, por exemplo, vias e veículos mal projetados.

Por outro lado, o comportamento de uma pessoa não é regido apenas por seu conhecimento e capacidade, mas também é influenciado por fatores externos.

Em vista disso, os elementos que compõem o sistema de trânsito (vias, veículos, legislação, fiscalização, etc.) devem ser planejados, projetados e operados de modo a facilitar o deslocamento e a tomada de decisão por parte dos usuários, bem como induzir à obediência às leis e regras de trânsito.

Exemplos de ações que contribuem para reduzir os acidentes: imposição de penalidades mais rígidas, intensificação da fiscalização, projeto de veículos com melhor desempenho do ponto de vista da segurança, construção de vias e interseções mais seguras, etc.

### **Sistemas de trânsito projetados para evitar a gravidade dos acidentes**

Os elementos do sistema de trânsito (vias, veículos, legislação, fiscalização, etc.) devem ser planejados, projetados e operados de modo que os acidentes não causem lesões graves nas pessoas.

As mesmas ações citadas no item anterior também servem de exemplos de medidas que contribuem para reduzir a gravidade dos acidentes.

### **Sistemas de trânsito que proporcionam justiça social no tocante à segurança**

As estatísticas mostram que a maioria das vítimas dos acidentes são as pessoas mais pobres, que se deslocam em modos mais vulneráveis: a pé, de bicicleta e motocicleta.

As pessoas de menor renda, além da deficiência na educação e no treinamento no uso dos sistemas de trânsito, não têm acesso a tratamento médico adequado e as famílias ficam desamparadas no caso de morte ou seqüela grave do pai, mãe, ou outra pessoa que ajuda no sustento da casa.

Sob a ótica da justiça social, é importante que os sistemas de trânsito ofereçam o mesmo grau de proteção a todos os usuários da via.

## **Soluções próprias para a segurança no trânsito**

As soluções para a redução da acidentalidade viária devem levar em conta a cultura, o desenvolvimento econômico-social, a composição do tráfego, etc. de cada país, região ou cidade.

Dessa forma, a transferência de conhecimentos e tecnologias dos países ricos para os não desenvolvidos deve ser feita com critério, procedendo-se as análises e as adaptações pertinentes. A experiência local deve estar sempre presente na definição das ações a serem implementadas.

## **REQUISITOS PARA O ÊXITO**

Os requisitos para que as políticas voltadas à redução da acidentalidade viária tenham êxito são brevemente discutidos a seguir.

### **Vontade política**

A vontade política está relacionada à disposição dos poderes executivo, legislativo e judiciário empreenderem ações, apoiarem iniciativas e destinarem recursos para a segurança no trânsito.

Em alguma medida, cabe às autoridades e técnicos da área de Trânsito e da Saúde a missão de convencer os políticos da necessidade da implementação de políticas adequadas de segurança no trânsito.

### **Engajamento da sociedade**

Um ponto fundamental para o êxito das políticas de segurança no trânsito é o engajamento da sociedade no processo. Nesse sentido, é vital ter os governantes e a população conscientes da importância do combate à acidentalidade viária, criando, assim, uma cultura de segurança no trânsito.

A cultura de segurança no trânsito em um país, estado, etc. é expressa, sobretudo, pelo comportamento da população no trânsito (respeito às leis, habilidade na condução de veículos, cooperação com os demais usuários, etc.) e na atenção dada à questão por parte dos governantes (destino de recursos, intensidade de fiscalização, implementação de planos eficazes, etc.), ademais de outros aspectos. *Western Transportation Institute*<sup>15</sup>.

### **Equipe técnica adequada**

O combate à acidentalidade viária somente tem êxito se pautado por enfoque científico, que envolve a coleta de dados, o tratamento e a análise das informações, a implementação de ações apropriadas e seu monitoramento.

Isso, evidentemente, constitui tarefa para equipes técnicas multidisciplinares lideradas por profissionais experientes.

### **Recursos suficientes**

A destinação de recursos para a segurança no trânsito depende dos poderes executivo e legislativo, em nível federal, estadual ou municipal, sobretudo durante a preparação e aprovação dos orçamentos anuais. Também na capacidade do governo e da opinião pública de sensibilizarem as empresas e organizações em geral de investirem recursos privados na segurança viária.

### **Envolvimento de outros setores**

É importante que outros órgãos, além do setor de trânsito, sejam envolvidos nas políticas de segurança, como por exemplo: Saúde, Educação, Polícia, Ministério Público, Fabricantes e Revendedores de veículos, Mídia, Centros de Pesquisa, Organizações não Governamentais (ONGs), Empresas Operadoras de Rodovias, Empresas e Transportadores Autônomos de Passageiros e de Carga, etc.

## **PROGRAMA VISÃO ZERO**

Uma das mais bem elaboradas e implementadas políticas de segurança no trânsito é o Programa Visão Zero, posto em prática na Suécia desde 1997 (*Vision Zero*<sup>16</sup>).

O programa é baseado nos quatro preceitos comentados a seguir.

### **Ética**

A vida humana e a saúde são bens supremos que não têm preço. Isso significa que a segurança deve sempre preponderar sobre a mobilidade e a acessibilidade. Quando necessário, a mobilidade e/ou a acessibilidade devem ser sacrificadas em prol da segurança.

## **Responsabilidade**

Os usuários não são os únicos responsáveis pelos acidentes, mortes e sequelas graves causados pelo trânsito. A responsabilidade deve ser dividida com os técnicos responsáveis pelo projeto, manutenção e operação da via, os policiais que fazem a fiscalização, os autores das leis e normas que regem o sistema de trânsito, os fabricantes de veículos, os responsáveis pelo setor de saúde pública, etc.

Obviamente, os usuários são responsáveis por seguir as leis de trânsito, como obedecer aos limites de velocidade e não dirigir alcoolizado. Se as regulamentações legais não são obedecidas, a culpa também cabe a outros setores, que devem criar mecanismos que impeçam os atos de desobediência, como aumentar a fiscalização com agentes ou equipamentos eletrônicos, tornar mais rígida a legislação, utilizar dispositivos físicos para reduzir a velocidade, etc.

## **Filosofia de segurança no trânsito**

Essa filosofia pode ser sintetizada da seguinte forma: como é inevitável a ocorrência de falhas humanas, o sistema de trânsito deve ser projetado e operado de modo a absorver os erros de condutores e pedestres, evitando mortes e lesões graves.

Isso significa estabelecer limites de velocidade compatíveis com o tipo de via (em função da presença de pedestres/ciclistas, do projeto geométrico, do uso do solo lindeiro, etc.), utilizar elementos de contenção lateral quando não for possível eliminar obstáculos próximos à pista e de amortecedores de choques frontais (onde necessário), entradas e saídas das vias de alta velocidade devem ser limitadas e somente com pistas de aceleração/desaceleração, não utilizar rotatórias vazadas, etc.

## **Compromisso com os cidadãos**

Por último, o Programa Visão Zero (*Vision Zero*<sup>16</sup>) estabelece um compromisso com os cidadãos de que eles têm assegurado o direito de utilizar o sistema de trânsito com toda a segurança, podendo e devendo cobrar das autoridades, técnicos e policiais esse compromisso; mas, em contrapartida, devem cooperar respeitando as regulamentações legais.

Algumas das principais ações empreendidas na Suécia dentro do programa Visão Zero são as seguintes:

- Melhoria do desempenho no tocante à segurança de componentes do sistema viário e de controle do tráfego;
- Projeto e fabricação de veículos que oferecem maior proteção aos usuários;
- Melhoria do desempenho dos cintos de segurança e obrigatoriedade dos novos carros ter um dispositivo que emite sinal sonoro quando o cinto não está colocado;

- Instalação de barreiras flexíveis separando os fluxos em diversas rodovias de pista simples;
- Adoção do limite de 30km/h em muitas vias urbanas comuns;
- Ampliação do uso de radares;
- Aumento da fiscalização de condutores que ingeriram álcool mediante o uso de bafômetro;
- Adoção da segurança no trânsito como variável competitiva nos contratos de transporte rodoviário.

## **1.8 GESTÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA**

No caso do órgão de trânsito de um município, que tem responsabilidade sobre as vias urbanas e rurais (rodovias e estradas), a gestão da segurança ocorre em nível “micro” e compreende as seguintes principais atividades: digitação em banco de dados das informações contidas nos boletins de ocorrência da polícia, processamento e sistematização dos dados, investigação dos fatores de risco recorrentes, definição e caracterização de ações no âmbito municipal visando à redução da acidentalidade (tratamento de locais críticos, intensificação da fiscalização em locais e horários críticos, desenvolvimento de campanhas dirigidas a usuários e/ou tipos de acidentes críticos, etc.), monitoramento das ações implementadas, acompanhamento dos dados globais relativos à acidentalidade ao longo do tempo, etc. Na definição do tipo de tratamento a ser implementado nos locais críticos (onde é maior a acidentalidade), é sempre recomendável proceder à observação do trânsito no campo, ou mesmo à aplicação de técnica de avaliação dos conflitos do tráfego. Muitas vezes, também é indicada a realização de auditorias de segurança viária.

Em um órgão rodoviário regional responsável por um grupo de rodovias, a gestão da segurança compreende a realização de um leque de atividades semelhantes.

Em nível de país ou estado, a gestão é realizada em nível “macro” e, em linhas gerais, envolve as seguintes principais atividades: recebimento dos dados globais dos acidentes dos diversos municípios e dos órgãos rodoviários regionais, processamento/sistematização/análise dos dados globais, acompanhamento dos dados globais ao longo do tempo (monitoramento), definição de ações no âmbito estadual ou nacional visando à redução da acidentalidade e implementação de macroações, como, por exemplo: mudanças na legislação, realização de campanhas publicitárias de massa, melhoria dos programas de educação para o trânsito nas escolas, aperfeiçoamento do processo de formação de condutores, etc.

## **1.9 DÉCADA DA SEGURANÇA NO TRÂNSITO**

A Organização das Nações Unidas (ONU), por meio de sua Assembleia Geral, proclamou o período 2011–2020 como a década da ação em prol da segurança

no trânsito com a meta de reduzir o número de mortes no mundo, aumentando o número de atividades conduzidas em âmbito nacional, regional e mundial (UN<sup>5</sup>).

A justificativa para a atuação contra as mortes no trânsito tem como base os seguintes dez pontos (MRS<sup>6</sup>):

- 1,3 milhão de pessoas morrem de acidente de trânsito no mundo anualmente;
- Acidentes de trânsito matam mais pessoas que a malária;
- 50 milhões de pessoas são feridas, muitas com lesões permanentes;
- 90% dos acidentes ocorrem em países em desenvolvimento;
- A previsão para 2020 é que o número anual de mortes no trânsito atinja 1,9 milhão;
- É a principal causa de morte entre os jovens no mundo;
- Em 2015, a previsão é que seja a principal ameaça à saúde de crianças de até 5 anos nos países em desenvolvimento;
- Para países em desenvolvimento, o custo econômico é no mínimo de 100 bilhões de dólares anuais;
- As lesões decorrentes de acidentes de trânsito sobrecarregam os hospitais e o sistema de saúde;
- Acidentes de trânsito podem ser evitados.

Se ações corretas no combate à acidentalidade forem empreendidas, estima-se que cerca de 5 milhões de vidas sejam salvas e que haja uma diminuição de 50 milhões de feridos durante a década 2011–2020. Isso significa uma redução de cerca de 50% da previsão mundial de mortes no trânsito para o ano de 2020. MRS<sup>6</sup>.

Para atingir tal meta é necessário um grande esforço por parte dos governos de todos os países, traduzido em quatro grupos de ações (MRS<sup>6</sup>):

- Ações de prevenção (redução da velocidade e do uso de álcool) e de redução da letalidade dos acidentes (uso do capacete e do cinto de segurança);
- Projeto de vias mais seguras, incentivado por meio de exigências para obtenção de financiamentos e empréstimos para obras viárias;
- Fabricação de veículos mais seguros, com equipamento de *airbag* obrigatório;
- Mobilização de apoio internacional voltado para auxiliar nas questões de segurança nos países em desenvolvimento.

## **1.10 AÇÕES PARA A REDUÇÃO DA ACIDENTALIDADE NO BRASIL**

Em nível estratégico, três ações são fundamentais para a redução da acidentalidade no país:

- Criação de um órgão nacional com força institucional e recursos técnicos para gerir e coordenar a implementação de um plano de ações multisetorial, seguindo o caminho trilhado pelos países desenvolvidos e atendendo recomendações do Banco Mundial e de outros organismos internacionais. A princípio, o indicado

é que esse órgão seja uma agência, cuja a denominação poderia ser Agência Nacional de Segurança no Trânsito (ANAST).

- Elaboração de um plano de ações multisetorial com a participação dos ministérios afestos à questão e a sociedade organizada para ser implementado nos vários estados com supervisão de órgãos estaduais semelhantes à “ANAST”.
- Dotação de recursos suficientes pelo governo federal e pelos governos estaduais para serem aplicados na segurança do trânsito.

### **1.11 QUESTÕES**

1. Discorrer sobre a gravidade da acidentalidade viária no contexto mundial e nacional, citando números a respeito.
2. Comentar sobre a relação entre a segurança viária e o desenvolvimento econômico e social.
3. Quais os principais fatores considerados no cálculo do valor dos custos dos acidentes de trânsito?
4. Citar os valores associados aos custos dos acidentes de trânsito no mundo e no Brasil. Qual a relação desses custos com o PIB dos países?
5. Comparar os custos de acidentes com a mesma gravidade nas rodovias e nas cidades. Qual a razão das diferenças?
6. No que consiste a matriz de Haddon? Quais as principais ações mitigadoras associadas a cada etapa dos acidentes e componente do sistema de trânsito?
7. Em quais áreas deve-se atuar para reduzir a quantidade e severidade dos acidentes de trânsito? Discorrer sucintamente sobre as ações associadas a cada uma delas.
8. Discorrer sobre o tema: segurança no trânsito x mobilidade.
9. Comentar sobre o caráter multidisciplinar da segurança viária.
10. Comentar acerca dos princípios que devem orientar as políticas de segurança no trânsito.
11. Discutir os principais requisitos para o êxito das políticas de segurança no trânsito.
12. Discorrer sobre os preceitos do Programa Visão Zero da Suécia e relacionar as principais ações empreendidas.
13. No que consiste a gestão da segurança no trânsito em nível dos municípios e dos órgãos rodoviários regionais? E em nível de estado ou país?
14. Discorrer sobre os principais aspectos relacionados à década da segurança no trânsito.
15. Falar de forma sucinta sobre as principais ações em nível estratégico visando à redução da acidentalidade viária no país.



## 2 FUNDAMENTOS SOBRE ACIDENTES DE TRÂNSITO

### 2.1 CONCEITUAÇÃO DE ACIDENTE E MORTE NO TRÂNSITO

Considera-se como acidente de trânsito um evento envolvendo um ou mais veículos, motorizados ou não, em movimento por uma via, que provoca ferimentos em pessoas e/ou danos em veículos e/ou em outros elementos (postes, edificações, sinais de trânsito, etc.).

Na realidade, também deveria ser considerado um acidente de trânsito a queda de um pedestre, pois a definição de trânsito engloba a movimentação de veículos e pessoas. No entanto, esse tipo de evento é usualmente considerado como acidente comum e não acidente de trânsito. Uma exceção a essa regra está em estudo do IPEA<sup>10</sup> sobre o custo dos acidentes de trânsito nas cidades, no qual a queda de pedestre foi considerada como um acidente de trânsito. Em uma visão ainda mais abrangente, também deveria ser considerado como acidente de trânsito a queda de uma pessoa no interior de um veículo de transporte coletivo.

À luz dessas considerações, uma definição mais ampla de acidente de trânsito poderia ser: um evento ocorrido em uma via, incluindo a calçada, em razão do trânsito de veículos e pedestres que resulta em danos materiais e/ou lesões em pessoas.

De acordo com a Convenção de Viena, realizada em 1968 com o objetivo de padronizar as regras de trânsito em nível internacional, uma morte é atribuída a um acidente de trânsito quando a vítima morre no período de até 30 dias após o acidente em decorrência das lesões sofridas.

A morte das vítimas dos acidentes de trânsito pode ocorrer no próprio local, no trajeto até o hospital ou no hospital. Nos países desenvolvidos, onde há maior rapidez e melhores recursos no atendimento de emergência às vítimas no local dos acidentes, a porcentagem de mortes no local é menor do que nos países não desenvolvidos. Na ausência de dados específicos para um país ou região, tem sido adotado, internacionalmente, com base em diversos estudos, um número de mortos fora do local dos acidentes igual a 65% do número de mortes no local (valor obtido por intermédio dos dados constantes dos boletins de ocorrência dos acidentes).

No Brasil, o estudo do IPEA<sup>11</sup> para as rodovias federais brasileiras, considerando em conjunto os anos de 2004 e 2005, aponta os seguintes valores: 61% das mortes ocorreram no local do acidente e 39% durante o transporte ou no hospital; o número de mortes fora do local do acidente equivale a 65% das mortes

ocorridas no local (mesma porcentagem adotada internacionalmente para os falecimentos ocorridos até 30 dias após o acidente); 73% dos feridos manifestaram sintomas no local e 27% fora do mesmo — parte dos dois grupos vinda a óbito.

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE ACIDENTES

O nível de desagregação empregado na classificação dos tipos de acidentes deve ser capaz de separar os acidentes cujas características são distintas, de forma a possibilitar a identificação das prováveis “causas”. Isso é importante para a definição das ações a serem implementadas visando reduzir a acidentalidade, uma vez que a eficácia de qualquer medida depende do tipo de acidente que se deseja evitar. Se a classificação for muito agregada é impossível definir os fatores que contribuem para a ocorrência dos acidentes. Por exemplo, se os acidentes envolvendo dois veículos forem classificados genericamente como colisão, não importando se traseira, frontal, transversal ou lateral, a busca de associação entre esse tipo de acidente e as características do sistema viário fica prejudicada, uma vez que os diferentes tipos de colisão apresentam conjuntos distintos de fatores “causadores”.

A classificação dos tipos de acidentes colocada a seguir é baseada em ABNT<sup>17</sup>.

Os acidentes são classificados nos seguintes tipos: colisão, abalroamento, choque, atropelamento, tombamento, capotagem, engavetamento e outros. A seguir são descritos cada um deles:

- Colisão traseira – Acidente envolvendo dois veículos que se movimentam numa mesma direção e no mesmo sentido. Ocorre, em geral, quando o veículo que está à frente freia bruscamente, ou se locomove com velocidade muito baixa, e o veículo de traz, por estar muito próximo e/ou com velocidade muito alta, não consegue frear a tempo e colide com o da frente.
- Colisão frontal – Acidente envolvendo dois veículos que se movimentam numa mesma direção e em sentidos contrários. Ocorre, em geral, quando um dos veículos invade a pista destinada ao tráfego no sentido oposto em razão de ultrapassagem imprudente ou perda de controle da direção em razão de um ou mais dos seguintes fatores: curva fechada, excesso de velocidade, foco de atenção desviado, cochilo, defeito do veículo, problema na pista, etc.
- Colisão transversal – Acidente envolvendo veículos que se movimentam em direções aproximadamente perpendiculares. Ocorre, comumente, em cruzamentos viários quando um dos veículos avança inadvertidamente um sinal de “Pare” ou “Dê a Preferência”, ou o sinal vermelho de um semáforo. Este tipo de acidente também é denominado de abalroamento transversal.
- Colisão lateral – Acidente envolvendo veículos que se movimentam em uma mesma direção, no mesmo sentido ou em sentidos contrários, quando um deles afasta-se da sua trajetória e colide lateralmente com o outro que está ao lado. Ocorre, em geral, quando um dos veículos não percebe a presença de outro que

está ao seu lado e invade a faixa contígua, seja para ultrapassar outro veículo que está à frente, fazer uma conversão ou simplesmente mudar de faixa. Também pode ocorrer quando um dos veículos invade parcialmente a pista contrária. Este tipo de acidente também é denominado de abalroamento lateral.

- Choque – Colisão de veículo em movimento com um obstáculo fixo (veículo estacionado, poste, árvore, muro, gradil, defesa, guia, canaleta de drenagem, barranco, etc.). Ocorre comumente quando o condutor perde o controle do veículo e sai da pista em razão de um ou mais dos seguintes fatores: curva fechada, excesso de velocidade, foco de atenção desviado, cochilo, defeito do veículo, problema na pista, etc.
- Atropelamento – Colisão de um veículo em movimento com um ou mais pedestres (ou animais). Pode ocorrer na pista ou fora dela (na calçada de uma rua, no acostamento de uma rodovia, etc.). Ocorre devido à falta de cuidado do pedestre e/ou do condutor, ou perda de controle do veículo e saída da pista devido a um ou mais dos seguintes fatores: curva fechada, excesso de velocidade, foco de atenção desviado, cochilo, defeito do veículo, problema na pista, etc.
- Tombamento – Acidente no qual o veículo tomba sobre uma de suas partes laterais, a qual fica em contato com o chão. Pode ocorrer em razão de uma colisão, choque ou saída da pista e queda sobre uma superfície situada em plano inferior ou, ainda, subida ou queda em um barranco.
- Capotagem – Acidente no qual o veículo gira em torno de si mesmo com o teto (capota) tomando contato com o chão pelo menos uma vez, não importando a posição em que permanece imobilizado. As causas são, em geral, as mesmas do tombamento, porém mais acentuadas.
- Engavetamento – Acidente envolvendo três ou mais veículos movimentando-se em uma mesma direção, em um mesmo sentido ou em sentidos contrários. Ocorre, em geral, quando os veículos não mantêm uma distância de segurança que seja compatível com a velocidade, condições da pista e/ou condições ambientais. Nesse caso, uma colisão entre dois veículos pode desencadear colisões múltiplas, caracterizando o acidente denominado engavetamento. É mais comum de acontecer quando a pista está lisa (devido à chuva, neve, presença de óleo ou gelo, etc.) e/ou quando a visibilidade é baixa por causa de nevoeiro.
- Outros – Acidentes de trânsito que não se enquadram em nenhum dos tipos anteriores. Exemplos: veículo que saiu da via com velocidade alta e foi parar no terreno ao lado ou dentro de um rio, tendo sofrido algum tipo de avaria, sem ter tombado, capotado ou se chocado com obstáculo; queda dos ocupantes de motocicleta ou bicicleta; veículo que teve o para-brisa quebrado por uma pedra solta lançada pelas rodas de outro veículo; veículo que se incendiou, etc.

Em alguns acidentes ocorre uma combinação de dois ou mais dos tipos mencionados. Exemplos: colisão seguida de tombamento e, depois, atropelamento; choque seguido de capotagem, etc.

Na Figura 2.1 são ilustrados os diversos tipos de acidentes mencionados.

## **2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS ACIDENTES QUANTO À GRAVIDADE**

No Brasil, a classificação utilizada para caracterizar os acidentes quanto à gravidade é a utilizada pela Polícia Militar na elaboração dos boletins de ocorrência dos acidentes e na elaboração das estatísticas.

Nessa classificação são consideradas três categorias de acidentes:

- Sem vítimas (apenas danos materiais);
- Com vítimas não fatais (feridos);
- Com vítimas fatais.

A existência e a quantidade de vítimas fatais são apontadas somente se a morte ocorreu no local ou até o fechamento do boletim de ocorrência por parte da Polícia. Se a vítima veio a falecer posteriormente, seja no hospital ou em outro local, o fato não aparece nos boletins de ocorrência. Dessa forma, para obter o número total de mortos em acidentes de trânsito é necessário recorrer às estatísticas do sistema de Saúde Pública, ou estimar esse valor mediante a aplicação de um fator multiplicativo sobre o número total de mortes ocorridas no local dos acidentes.

Também o registro dos feridos somente é feito se os sintomas da pessoa se manifestarem no local do acidente; se os sintomas aparecerem posteriormente, a pessoa não é considerada como vítima não fatal, ou mesmo fatal se vier a morrer.

## **2.4 CLASSIFICAÇÃO DAS VÍTIMAS QUANTO AO ESTADO FÍSICO**

A seguir, é apresentada a classificação quanto ao estado das vítimas, preconizada pela ABNT<sup>17</sup>.

- Fatal – Quando a vítima falecer em razão dos ferimentos recebidos no local do acidente, ou depois de socorrida no período até a conclusão do boletim de ocorrência;
- Grave – Quando a vítima sofrer lesões graves que exigem tratamento médico mais prolongado, por exemplo: ferimentos cranianos, fraturas em geral, cortes profundos, lacerações de grande extensão, etc.;
- Leve – Quando a vítima sofrer ferimentos leves em geral superficiais, que não exigem tratamento médico prolongado;
- Ileso – Quando a vítima não sofrer qualquer tipo de ferimento aparente, nem apresentar sintomas ou queixas de lesões internas.

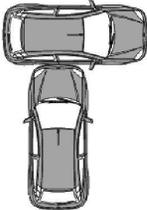
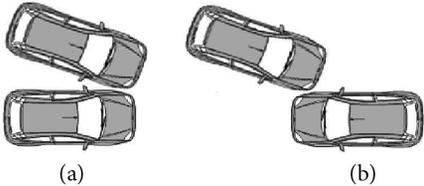
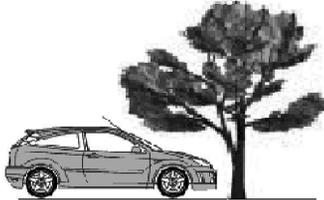
Colisão traseira	
Colisão frontal	
Colisão transversal	
Colisão lateral no mesmo sentido (a) e em sentido contrário (b)	
Choque	
Atropelamento	
Tombamento	
Capotagem	
Engavetamento	

Figura 2.1 - Tipos de acidentes de trânsito.

## 2.5 DOCUMENTAÇÃO DOS ACIDENTES

No processo de documentação dos acidentes (preenchimento do boletim de ocorrência por parte de policial militar ou agente de trânsito), as seguintes informações são necessárias para a completa caracterização do evento:

- Localização no espaço: estado; município; área: urbana ou rural; denominação da via; localização precisa: no caso de rodovia, o marco quilométrico estimado (por exemplo: km 234+200m), ou entre que marcos quilométricos (por exemplo: entre km234 e km235), no caso de vias urbanas, em que cruzamento (exemplo: Rua 21 de Setembro com a Av. 27 de Outubro), ou entre quais cruzamentos (Rua 19 de Setembro, entre Av. 27 de Outubro e Av. 5 de Maio) – eventualmente com informações adicionais do tipo: em frente ao número 339, ou entre a Av. 19 de Abril e a entrada da chácara Cabau;
- Localização no tempo: ano, mês, dia do mês, dia da semana, horário, etc.;
- Características dos veículos envolvidos: tipo, marca, ano de fabricação, número da placa, estado geral, etc.;
- Características das pessoas envolvidas: nome, idade, sexo, endereço, tipo e número do documento de habilitação (ou sem habilitação), alterações visíveis do estado físico e mental devido à ingestão de álcool ou droga, etc.;
- Características das vítimas: nome, idade, sexo, endereço, número da carteira de identidade, tipo (condutor, motociclista, ciclista, passageiro ou pedestre), estado (morto, ferido grave ou ferido leve), uso ou não de equipamento de segurança (cinto, capacete, etc.), etc.;
- Tipo e estado do pavimento: asfalto, paralelepípedo, não revestido, pavimento com superfície lisa, pista seca, molhada, com neve, com gelo, com óleo, etc.;
- Condições ambientais: tempo claro, com nevoeiro, com fumaça, com chuvisco, com chuva forte, com vento forte, nevando, local com iluminação ou sem iluminação (vital nos acidentes noturnos), anoitecendo, amanhecendo, etc.;
- Descrição do acidente: tipo (colisão, tombamento, choque, etc.), motivos prováveis que levaram à ocorrência do acidente (exemplo: sinalização inadequada, veículo em péssimo estado de manutenção, pista com defeito, etc.), razões da gravidade do acidente (exemplo: velocidade alta, não uso do cinto de segurança ou do capacete, etc.), desenho do local indicando a posição dos veículos e/ou pedestres envolvidos, etc. Essas informações são estabelecidas com base na visão do agente de trânsito e no depoimento dos envolvidos e de testemunhas.

A precisão das informações constantes dos boletins de ocorrência é de fundamental importância para a identificação dos fatores contribuintes mais comumente observados nos acidentes e, portanto, para a definição e a implementação de ações visando reduzir à acidentalidade no trânsito.

Nos acidentes sem vítimas e sem envolvimento de veículos oficiais, se necessário, para efeito de acionamento de seguro ou outro motivo, os envolvidos devem comparecer a um posto da Polícia Militar e relatar o acidente visando à

elaboração do Boletim de Ocorrência, sendo que, nesse caso, é feita a observação que o documento foi preenchido com base nas informações dos próprios envolvidos. Em alguns Estados, os interessados podem fazer o registro da ocorrência do acidente de trânsito pela Internet.

Muitos acidentes sem vítimas não são, portanto, registrados; e aqueles que são não contém informações confiáveis uma vez que são relatados pelos próprios envolvidos.

## **2.6 QUESTÕES**

1. Conceituar acidente e morte no trânsito.
2. Na ausência de dado específico, qual o valor recomendado internacionalmente para estimar o número de mortes das vítimas que ocorrem fora do local dos acidentes?
3. Reproduzir os percentuais de mortos e feridos nos acidentes de trânsito obtidos no estudo do IPEA para as rodovias federais brasileiras, considerando em conjunto os anos de 2004 e 2005.
4. Descrever os principais tipos de acidentes considerados na classificação preconizada pela ABNT.
5. Discorrer sobre a classificação dos acidentes quanto à gravidade empregada pela Polícia Militar na elaboração dos boletins de ocorrência e nas estatísticas de acidentes.
6. Qual a classificação das vítimas quanto ao estado físico preconizada pela ABNT?
7. Quais as principais informações que devem constar do documento de registro oficial para a completa caracterização dos acidentes de trânsito?
8. Por que é importante a precisão das informações constantes dos boletins de ocorrência dos acidentes de trânsito?
9. Comentar sobre o registro dos acidentes de trânsito em que não há vítimas, mas apenas danos materiais.



# 3

## FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AOS ACIDENTES

### 3.1 INTRODUÇÃO

Ainda que seja comum se referir à “causa” de um acidente de trânsito, a maioria deles não pode ser associada a um único evento causal. Os acidentes de trânsito acontecem, em geral, por uma convergência de fatores, sendo possível identificar um ou mais fatores determinantes (que contribuíram diretamente) e outros fatores não determinantes (que contribuíram indiretamente).

Denomina-se fator de risco associado à ocorrência de acidentes de trânsito qualquer fator que aumenta a probabilidade da sua ocorrência. O risco de ocorrência dos acidentes em uma visão abrangente está relacionado com a exposição ao trânsito, o binômio legislação/fiscalização e um grande número de fatores associados aos componentes físicos do sistema de trânsito: ser humano, veículo, via e meio ambiente.

A influência dos fatores associados à exposição ao trânsito e à legislação/fiscalização, assim como diversos fatores associados aos componentes físicos, ocorre indiretamente: são fatores não determinantes. No entanto, muitos dos fatores relacionados aos componentes físicos do sistema de trânsito estão diretamente relacionados com o acidente: são fatores determinantes. Na sequência são discutidos os principais fatores de risco associados aos acidentes.

### 3.2 EXPOSIÇÃO AO TRÂNSITO

A exposição ao risco de acidentes de trânsito é medida pela quantidade de transporte expressa, normalmente, em veículos–quilômetros ou passageiros–quilômetros, e corresponde à distância total percorrida, expressa em quilômetros, por todos os veículos, ou usuários, num determinado período de tempo. Pode ser referida a um determinado modo ou conjuntamente a todos os modos, considerando um país, estado, município, etc.

Caso sejam mantidos inalterados outros fatores de risco, quanto maior a quantidade de transporte maior a probabilidade da ocorrência de acidentes (ainda que essa relação não seja linear). No entanto, a probabilidade de ocorrência dos acidentes não depende apenas da quantidade total de exposição, mas também da maneira como a mesma ocorre. Isso significa que apesar de haver correlação entre a quantidade de exposição e o número de acidentes essa relação é complexa, pois

depende de outros aspectos como, por exemplo, o comportamento dos condutores (que depende de inúmeros fatores), o modo de transporte usado, etc. Evans<sup>18</sup>.

Em especial, dois aspectos ligados à forma de exposição podem ser considerados relevantes: o modo de transporte e o nível de separação dos distintos tipos de veículos e das diferentes formas de tráfego.

No que diz respeito ao modo de transporte, o risco do envolvimento em acidentes segue, em geral, a seguinte ordem (do maior para o menor): motocicleta – bicicleta – pedestre – automóvel – ônibus/caminhão. Elvik & Vaa<sup>19</sup> citam que, na Noruega, a taxa de acidentes por quilômetro percorrido para pedestres é de 4 a 6 vezes maior que a dos ocupantes de automóvel; e de ciclistas, 6 a 9 vezes maior.

O maior risco do envolvimento em acidentes da motocicleta, e também da bicicleta, deve-se aos seguintes fatos: por ser um veículo menor, a chance de não ser vista por outros condutores é maior; por ser um veículo com apenas duas rodas, está sujeita a perda de estabilidade lateral que pode levar à queda ou desvio de trajetória; e por ser, muitas vezes, conduzida por jovens que abusam da velocidade e realizam manobras perigosas.

No caso dos ônibus/caminhões, contribuem para o menor risco do envolvimento em acidentes os seguintes aspectos: serem mais visíveis em razão do maior tamanho, serem conduzidos por motoristas profissionais e desenvolverem menores velocidades.

A separação dos distintos tipos de veículos e diferentes tipos de tráfego pode ser feita no espaço ou no tempo: dos “veículos” mais lentos e que não oferecem proteção aos ocupantes (pedestres e bicicletas) dos veículos mais rápidos e que oferecem proteção aos ocupantes (automóveis, ônibus, caminhões, etc.), como também do tráfego rápido de passagem e do tráfego local mais lento. O risco é menor quando há separação, como nos seguintes casos:

- Existência de calçadas (passeios) em nível superior ao lado do leito carroçável das vias para a movimentação de pedestres;
- Vias exclusivas para pedestres, vias exclusivas para ciclistas (ciclovias), faixas exclusivas para ciclistas (ciclofaixas) e vias exclusivas para o uso de pedestres e ciclistas;
- Acostamento revestido e em bom estado nas rodovias comuns para evitar que pedestres, bicicletas, carroças, etc. circulem pela faixa de rolamento;
- Passarelas para pedestres e ciclistas sobre vias de grande movimento;
- Semáforos para travessia de pedestres e ciclistas em vias de grande movimento;
- Vias marginais às rodovias destinadas ao trânsito local;
- Anel rodoviário circundando as cidades maiores para separar o tráfego pesado de passagem do tráfego local.

### 3.3 LEGISLAÇÃO E FISCALIZAÇÃO

A experiência mostra que quanto mais severas as penalidades previstas na legislação aos infratores das leis de trânsito (multas elevadas, recolhimento da habilitação, retenção do veículo, detenção, etc.), menor a quantidade de acidentes e menor a quantidade de vítimas (fatais e não fatais) por acidente, pois é maior o uso dos equipamentos de segurança, menor a incidência de prática de direção perigosa, menor o abuso de velocidade, menor a quantidade de condutores alcoolizados, etc.

Também é importante que a legislação regulamente todos os aspectos relacionados com a segurança viária, como formação dos condutores, reciclagem dos condutores, requisitos do projeto de veículos e vias, etc.

Tão importante quanto uma legislação apropriada, é a efetiva fiscalização, pois essa atua no sentido de inibir a desobediência às leis e regras de trânsito, contribuindo, assim, para uma maior segurança viária.

Estudo realizado no NEST-USP<sup>4</sup>, baseado em dados fornecidos por algumas capitais de estados do país, mostra que há uma significativa correlação inversa entre o número de multas por veículo (que expressa o nível de fiscalização) e o número de mortes por veículo (que expressa o nível de segurança), isto é, quanto maior o número de multas por veículo, em geral menor o número de mortes por veículo. Das sete capitais com menor número de mortes por veículo (onde, a princípio, é maior a segurança no trânsito), cinco estão no grupo das sete cidades com maior número de multas por veículo (onde, a princípio, é maior a fiscalização do trânsito); das sete capitais com maior número de mortes por veículo (onde, a princípio, é menor a segurança no trânsito), seis estão no grupo das sete cidades com menor número de multas por veículo (onde, a princípio, é menor a fiscalização do trânsito).

### 3.4 FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AO SER HUMANO

#### EMPREGO DE VELOCIDADE INAPROPRIADA

O termo velocidade inapropriada diz respeito à velocidade alta, ou baixa, para as condições da via e do trânsito, sendo o problema da velocidade alta mais crítico. De acordo com *WHO*<sup>2</sup>, o excesso de velocidade contribui para cerca de 30% dos acidentes de trânsito nos países mais desenvolvidos e 50% nos países em desenvolvimento.

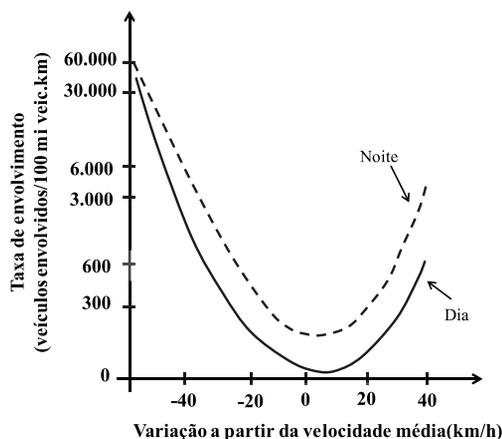
Os três principais problemas associados à velocidade inapropriada são os seguintes:

- Os usuários agem esperando que a velocidade máxima esteja no patamar do limite legal e a velocidade mínima não seja muito pequena. A decisão dos condutores/pedestres de entrar/atravesar a via, fazer ultrapassagem, conduzir a certa velocidade, etc. é tomada contando com o fato dos outros veículos estarem

desenvolvendo velocidades normais. Valores da velocidade inesperados, muito elevados ou muito baixos, contribuem, assim, para muitos acidentes por não corresponderem à expectativa dos usuários. A Figura 3.1, mostra a curva do risco de envolvimento em acidentes em função da diferença da velocidade empregada em relação à velocidade média da via, conforme Solomon (fonte: AASHTO<sup>20</sup>);

- Com velocidade alta, qualquer anormalidade (momento de distração, irregularidade na pista, defeito inesperado do veículo, etc.) pode levar à perda de controle da direção e, em consequência, a um acidente. Velocidade alta não necessariamente significa velocidade acima do limite legal, pois existem situações em que o limite seguro de velocidade está abaixo do limite legal, como: condições climáticas adversas, obras na via, ocorrência de um incidente, condutor com idade avançada, condutor inexperiente, etc.;
- A utilização de velocidades apropriadas permite evitar uma grande parte dos acidentes, pois há tempo suficiente para executar uma manobra evasiva (freada e/ou desvio de trajetória) no caso da presença de obstáculo à frente (outro veículo, pedestre, objeto que caiu ou se desprende de outro veículo, buraco na pista, etc.).

Para ilustrar, teoricamente, a influência da velocidade alta como fator contribuinte para a ocorrência de acidentes, considere os valores da distância de frenagem (distância percorrida pelo veículo a partir do momento em que aparece um estímulo indicando a necessidade de parar até a parada final) em função da velocidade apresentados na Tabela 3.1, que foram obtidos admitindo fator de atrito entre pneu e pavimento = 0,8 (usual com pavimento seco e pneu em bom estado) e tempo de percepção e reação dos condutores = 1s (usual para condutores em estado normal). Também nessa tabela estão indicadas as relações entre as distâncias de frenagem associadas às diferentes velocidades.



**Figura 3.1 – Taxa de envolvimento em acidentes em função da variação da velocidade média. Fonte: AASHTO<sup>20</sup>.**

**Tabela 3.1 – Valores da distância de frenagem e relações entre as distâncias.**

Velocidade inicial (km/h)	Distância de frenagem (m)	Relações entre as distâncias
30	13	1,0
40	19	1,5
60	34	2,6
80	54	4,2
100	77	5,9
120	104	8,0

Na Tabela 3.2 estão relacionados valores sobre a influência da redução do limite legal de velocidade em uma rodovia no número de acidentes citados em Elvik et al.<sup>8</sup>.

**Tabela 3.2 – Valores sobre a influência da redução do limite legal de velocidade no número de acidentes. Fonte: Elvik et al.<sup>8</sup>.**

Redução da velocidade (km/h)	Valores da redução dos acidentes (%)
70 para 60 e 60 para 50	9
90 para 70 e 80 para 60	24
100 para 80	12
110 para 90	9
120 para 110	11

## **INGESTÃO DE ÁLCOOL, DROGAS OU MEDICAMENTOS**

O uso do álcool é um dos principais fatores que provocam acidentes de trânsito pelas seguintes principais razões:

- Provoca euforia e excesso de confiança nas pessoas, o que leva à aceitação de um nível de risco superior ao normal;
- Prejudica o raciocínio, podendo ocasionar tomadas de decisões equivocadas;
- Reduz a capacidade visual e a capacidade de concentração;
- Aumenta o tempo de percepção e reação.

O efeito do álcool nas pessoas depende do teor presente no sangue, conforme descrito na Tabela 3.3 adaptada de Fox<sup>21</sup>.

Na Figura 3.2 é mostrado o risco do envolvimento em acidentes de trânsito em função da concentração de álcool no sangue dos condutores, de acordo com estudos de Compton et al., Moskowitz et al., Borkenstein et al. e Alsop (fonte: WHO<sup>2</sup>).

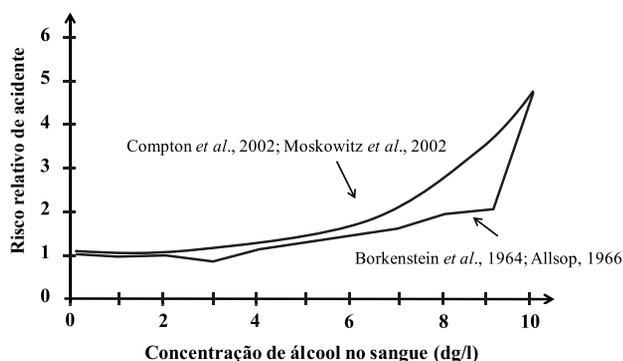
Em grande parte dos países da Europa, o limite máximo permitido de álcool no sangue é 5 dg/l (decigramas de álcool por litro de sangue). Nos Estados Unidos, os limites máximos variam entre 8 a 10 dg/l, conforme o Estado. *NHTSA*<sup>22</sup>.

No Brasil, até 2008 vigorava o limite estabelecido pelo Código de Trânsito Brasileiro (que entrou em vigor em 28/01/1998) de 6 dg/l, que equivale a aproximadamente três copos de cerveja. Por intermédio da Lei 11.705 e do Decreto 6.488 do governo federal, ambos de 19/06/2008, esse limite passou a ser igual a zero e as penalidades muito mais severas. Na realidade, considerando os níveis de tolerância estabelecidos, o limite máximo é de 0,1 mg/l de ar expelido dos pulmões (que é medido por um aparelho denominado etilômetro ou bafômetro), ou 2 dg/l (aferido em exame de sangue). Acima desse limite são previstas penalidades severas, como colocado a seguir:

- Entre 0,1mg/l e 0,29mg/l medido no bafômetro (ou entre 2dg/l e 5,99dg/l medido em exame de sangue): multa igual a 5 vezes o valor base, sete pontos na carteira e suspensão do direito de dirigir por um ano;
- Acima de 3mg/l medido no bafômetro (ou de 6dg/l medido em exame de sangue): as mesmas punições anteriores, mais prisão em flagrante com pena que pode variar de seis meses a três anos; sendo o crime afiançável.

**Tabela 3.3 – Efeitos da presença de álcool no sangue. Fonte: Fox<sup>21</sup>.**

<b>Quantidade (decigramas por litro de sangue)</b>	<b>Efeito</b>
2–3 (cerca de um copo de cerveja, um cálice pequeno de vinho ou uma dose de bebida destilada).	As funções mentais começam a ficar comprometidas e a percepção da distância e da velocidade é prejudicada.
3–5 (cerca de dois copos de cerveja, um cálice grande de vinho ou duas doses de bebidas destiladas)	O grau de vigilância e o campo visual diminuem e o controle cerebral relaxa, dando sensação de calma e satisfação.
5–8 (cerca de três ou quatro copos de cerveja, três copos de vinho ou três doses de uísque)	Os reflexos ficam retardados, há dificuldade de adaptação da visão à diferença de luminosidade, a capacidade pessoal é superestimada, os riscos são subestimados e há tendência à agressividade.
8–15 (a partir dessa taxa, as quantidades são muito grandes e variam de acordo com o metabolismo da pessoa)	Há dificuldade em controlar o veículo, incapacidade de coordenação e falhas na coordenação neuromuscular.
15–20	Ocorre dupla visão e desconexão com a realidade.
20–50	A embriaguez é total e a pessoa, em geral, não consegue sequer ficar em pé.
Maior que 50	A pessoa entra em coma alcoólico, havendo risco de morte.



**Figura 3.2 – Risco relativo do condutor se envolver em um acidente em função do teor de álcool no sangue. Fonte: WHO<sup>2</sup>.**

Nos países desenvolvidos, cerca de 20% dos motoristas mortos em acidentes de trânsito apresentam excesso de álcool no sangue. Nos países com desenvolvimento baixo e médio, entre 33% e 69% dos condutores que morreram em acidentes e entre 8% e 29% dos condutores que sofreram ferimentos apresentavam álcool no sangue. WHO<sup>2</sup>.

No caso dos pedestres, estudo realizado no Reino Unido mostrou que 48% dos mortos estavam embriagados. Na África do Sul, outro estudo apontou que 61% das mortes entre pedestres foram provocadas por excesso de álcool no sangue dos motoristas ou dos próprios pedestres. WHO<sup>2</sup>.

Segundo levantamento feito por ABRAMET<sup>23</sup> com dados do Instituto Médico Legal do Estado de São Paulo (IML-SP) de 2005, 44% das pessoas que morreram em acidentes de trânsito no Estado de São Paulo haviam ingerido bebida alcoólica.

De acordo com Modelli et al<sup>24</sup>, 44,8% das vítimas de acidentes de trânsito em Brasília, entre pedestres e motoristas, apresentava níveis de álcool acima de 6dg/l (limite máximo na lei que vigorou até 19/06/2008), entre as vítimas de colisão, 44,2% tinham níveis de álcool acima de 6dg/l; quase 60% das vítimas de capotagens apresentavam níveis de álcool maiores que 6dg/l, sendo que 84,6% eram condutores.

De acordo com WHO<sup>25</sup>, cerca de 44% dos acidentes com vítimas fatais no Brasil tem como causa principal a ingestão de bebida alcoólica.

Pesquisa recente realizada (Melcop, Chagas & Agripino<sup>26</sup>) mostra que a associação entre álcool e acidentes de trânsito no Brasil é efetivamente crítica, como apontam os valores dos outros estudos anteriormente citados.

Muitas drogas têm impacto negativo sobre o comportamento das pessoas ainda pior que o álcool. Não existem, no entanto, estudos conclusivos sobre a influência das drogas nos acidentes de trânsito, em razão da grande variedade delas e seus diferentes efeitos, e também das dificuldades de detecção das mesmas no organismo humano.

Alguns tipos de medicamentos também alteram o estado físico e emocional das pessoas, podendo prejudicar o desempenho delas no trânsito.

## **CANSAÇO E SONOLÊNCIA**

O cansaço excessivo e a sonolência reduzem bastante a capacidade física e mental dos condutores, sendo fatores frequentemente associados aos acidentes de trânsito. O motorista cansado demora mais a identificar uma situação de risco e reagir. Em muitos casos, quando dorme ao volante, sequer reage; são comuns os acidentes sem marca de frenagem em razão do condutor estar adormecido.

As pessoas são, em grande parte, ativas durante o período diurno, apresentando uma disposição maior para dormir durante a noite. Dessa forma, mesmo dormindo durante o dia, condutores que trabalham no período noturno estão mais sujeitos a ter sonolência, que reduz a capacidade de vigilância, ou mesmo rápidos cochilos durante os quais há perda completa da atenção.

Os principais fatores que contribuem para o cansaço/sonolência são: excesso de horas diárias dirigindo, dirigir em horas em que se costuma dormir, dirigir após ter dormido mal no dia anterior, dirigir por longas distâncias em rodovias monótonas, consumir álcool antes de dirigir, dirigir sob condições meteorológicas muito ruins, etc.

Pesquisa realizada na Austrália mostrou que o cansaço dos condutores era responsável por 16% dos acidentes e por 30% das vítimas fatais. Estudo concluído em 2004, na França, constatou que os acidentes provocados pelo cansaço representaram 15% do total e 34% dos acidentes fatais ocorridos nas rodovias. Os acidentes registrados em rodovias britânicas, com condutores cansados, representavam cerca de 20% do total de acidentes e provocavam 50% a mais de vítimas fatais que a média dos acidentes originados por outros motivos. Segundo estudos realizados nos Estados Unidos, a fadiga/sonolência foi uma das causas de 30% dos acidentes fatais envolvendo veículos comerciais pesados e de 52% de todos os acidentes envolvendo caminhões. Estima-se que somente nos Estados Unidos ocorrem 100 mil acidentes por ano em razão do cansaço ou sonolência de motoristas. *WHO*<sup>2</sup>.

Estudo epidemiológico realizado pelo grupo do *New York Thruway Studies* estima que aproximadamente um terço dos acidentes automobilísticos fatais nos Estados Unidos são causados por motoristas em estado de sonolência. Canani & Barreto<sup>27</sup>.

De acordo com pesquisa realizada na Universidade de Gênova, Itália, entre 27% e 32% dos acidentes de trânsito no mundo e entre 17% e 19% das mortes no local do acidente são provocados por motoristas que dormem na direção. Estudo do Instituto do Sono da Unifesp, realizada no ano 2000, mostrou que 16% dos motoristas de ônibus admitiram cochilar durante o trabalho, embora a real proporção de profissionais que dormiam ao volante era de 48%. Outros estudos da Unifesp apontam que motoristas com doenças de sono têm de duas a três vezes mais chances

de se envolverem em acidentes — mas, quando tratados a redução dos problemas é de 70%. O Estado de São Paulo<sup>28</sup>.

A fadiga/sonolência na direção é uma das causas frequentes de acidentes envolvendo veículos comerciais, pois os condutores são, muitas vezes, obrigados a cumprir jornadas de trabalho excessivas. No Brasil, uma pesquisa realizada pela CNT<sup>29</sup> entre os caminhoneiros autônomos mostrou o seguinte quadro: 51,5% trabalham de 13 a 19 horas por dia, 29,0%, de 9 a 12 horas e 10,4% mais de 20 horas; 56,8% trabalham em média 7 dias por semana e 20,5% trabalham 6 dias por semana. Isso mostra o excesso de horas e dias de trabalho a que são submetidos os profissionais do volante no país.

Segundo estudo realizado na Nova Zelândia, o número de acidentes de trânsito poderia ser reduzido em até 19% se as pessoas não dirigissem nas seguintes condições: com sensação de sonolência, entre 2 e 5 horas da madrugada e após ter dormido menos de 5 horas nas 24 horas anteriores. Em estudo realizado nos Estados Unidos, foram identificados três grupos de condutores com maior risco de se envolverem em acidentes devido ao cansaço/sonolência: homens com menos de 29 anos, profissionais com turnos de trabalho noturno prolongados ou com horários irregulares e pessoas com apneia do sono ou narcolepsia não tratadas. O risco de acidente duplica depois de 11 horas de condução; o risco de acidente relacionado com o cansaço é 10 vezes superior à noite do que durante o dia; e os condutores devem ter um intervalo de descanso nas jornadas mais longas para dormir/cochilar durante algum tempo. *WHO*<sup>2</sup>.

Os fatos apresentados têm levado organizações de diversos países a realizar campanhas de conscientização dos condutores, visando evitar os acidentes associados ao cansaço e à sonolência. *New Jersey*, em 2003, foi o primeiro estado americano a considerar crime o acidente provocado por motorista cansado. O condutor fica sujeito, no caso de acidentes com vítimas, a pena de dez anos de detenção. *WHO*<sup>2</sup>.

## **CONDUTA PERIGOSA**

Um fator de risco de acidentes de trânsito relevante é a denominada conduta perigosa, que no caso dos condutores (direção perigosa) consiste em dirigir o veículo sem respeitar as leis de trânsito e o bom senso, como: transitar com velocidade inapropriada, ultrapassar outro veículo em via de duplo sentido de maneira imprudente, utilizar o exíguo espaço entre carros para passar com bicicleta ou motocicleta, entrar em cruzamentos com veículos muito próximos na via preferencial, passar em cruzamentos semaforizados no vermelho, trafegar na contramão, realizar manobras perigosas, ziguezaguear com o veículo no trânsito (sobretudo motocicleta), etc.

No caso dos pedestres, podem ser citadas como perigosas as seguintes condutas: cruzar o fluxo de veículos sem prestar atenção, atravessar a via fora da

faixa de pedestre quando a mesma estiver próxima, caminhar longitudinalmente sobre a via (ainda que às vezes isso seja feito por falta de calçamento adequado do passeio), forçar a passagem na mudança de luz em semáforos, etc.

A direção perigosa está usualmente associada à ingestão de álcool e/ou drogas, desajuste comportamental e/ou inabilidade do condutor.

Esse tipo de procedimento é um dos principais fatores associados ao elevado índice de acidentes envolvendo motocicletas e bicicletas no país.

## **FALTA DE HABILIDADE**

Um dos fatores de risco associados aos acidentes de trânsito é a falta de habilidade, ocasionada pela ausência de treinamento, inexperiência e/ou incapacidade provocada por doenças, idade avançada, etc. Isso vale para condutores de veículos e pedestres, pois até mesmo para atravessar uma rua é necessário alguma habilidade.

Conduzir um veículo exige muita atenção, habilidade (que depende de treinamento), concentração, cuidado, senso de antecipação e respeito às leis de trânsito. Um veículo motorizado conduzido por uma pessoa não suficientemente preparada constitui uma arma perigosa, pois somente ao condutor cabe a decisão sobre como proceder diante de certas situações e estabelecer os procedimentos a ser adotados na direção do veículo.

Nos países mais desenvolvidos é comum haver restrições para os condutores recém-habilitados, como não dirigir em rodovias, não dirigir à noite, etc. — o que, em geral, não ocorre nos países menos desenvolvidos, incluindo o Brasil. Como consequência, o envolvimento de motoristas jovens em acidentes é bem maior que os de condutores de faixas etárias superiores em decorrência da falta de experiência muitas vezes associada à condução imprudente.

## **DESVIO DE ATENÇÃO**

O desvio da atenção dos condutores está presente em muitos dos acidentes de trânsito. Situações típicas nas quais a transferência de atenção ao trânsito pode ocorrer: procurar/pegar objeto (no chão do carro, na bolsa, no console, etc.); manusear aparelho de som, acender cigarro, utilizar telefone celular, prestar atenção em objetos ou pessoas situadas ao lado da via, conversar com outros passageiros, comer, beber, concentrar o pensamento em outra coisa, etc. Alguns desses fatos também podem ocorrer com pedestres quando vão atravessar vias.

Estudos realizados mostram que em cerca de 15% dos acidentes de trânsito o fator principal foi o desvio da atenção por parte dos condutores. *WHO*<sup>2</sup>.

Atualmente, o uso do celular é um grave problema. Estudo realizado no

Canadá mostrou que o uso de celular por condutores de veículos em movimento aumenta em quatro vezes o risco do envolvimento em acidentes. Mesmo com o sistema de viva-voz, o risco é elevado, pois o problema não reside apenas no fato do condutor retirar uma das mãos da direção para segurar o aparelho, mas nas limitações do cérebro humano para realizar tarefas distintas simultaneamente; no caso: dirigir o veículo prestando atenção na via e nos demais veículos, prestar atenção no que está sendo falado ao celular, controlar as emoções associadas ao teor da conversa por telefone, raciocinar para responder às exigências do trânsito, etc. *WHO*<sup>2</sup>.

Em razão disso, muitos países, incluindo o Brasil, têm proibido o uso de telefone celular pelos condutores no trânsito.

A presença de painéis de propaganda com mensagens variáveis, *outdoors*, etc. também podem desviar a atenção dos condutores, podendo, assim, causar acidentes.

Particularmente grave é o tempo que a atenção do condutor é desviada, pois se a velocidade é alta a distância percorrida é muito grande. No caso comum, por exemplo, da atenção ser desviada durante 3 segundos, as seguintes distâncias são percorridas pelo veículo em função da velocidade: 50m para  $V = 60\text{km/h}$ , 67m para  $V = 80\text{km/h}$ , 83m para  $V = 100\text{km/h}$  e 100m para  $V = 120\text{km/h}$ .

A concentração do pensamento em outras coisas também pode levar o motorista a desviar a atenção do trânsito — fato comumente associado a condutores estressados.

## **NÃO VER E NÃO SER VISTO**

Aproximadamente 90% da informação usada pelos condutores é visual (*AASHTO*<sup>20</sup>), por isso, ver e ser visto são requisitos fundamentais para a segurança de todos os usuários das vias públicas. Ser visto depende do tamanho do veículo/pedestre e das cores que predominam: quanto maior o tamanho e quanto mais chamativas as cores, menor a probabilidade de não ser visto. À noite, em particular, a existência de material refletivo, sobretudo nas cores amarela e/ou laranja, nos veículos, nas roupas dos pedestres ou nos capacetes dos motociclistas/ciclistas contribui bastante para que sejam mais visíveis.

O fato de não se ver um veículo ou pedestre pode estar associado aos seguintes motivos: deficiência visual do usuário; condições ambientais com visibilidade precária, que ocorrem no período noturno, em condições atmosféricas adversas (chuva forte, nevoeiro, neve, etc.) ou quando da existência de fumaça; existência de elementos no interior do veículo que impedem a visão de áreas externas; e presença de elementos próximos da via que prejudicam a visibilidade (vegetação alta, veículos estacionados, árvores, placas de propaganda comercial, etc.). Na realidade, não é, portanto, um problema que pode ser atribuído apenas ao ser humano.

Alguns componentes dos veículos (colunas, retrovisor, etc.), bem como a presença de passageiros ao lado, impedem a visibilidade de parte da via por parte dos condutores, constituindo o que se denomina de pontos cegos. Esse fator é mais crítico em interseções cujas vias formam ângulos menores que 75°, devido à posição relativa do veículo e dos olhos do condutor, sobretudo quando se trata de veículos comerciais (caminhões e ônibus).

Em muitos acidentes o condutor ou pedestre afirma que simplesmente não viu o veículo (cerca de 30% das vezes) ou o pedestre (perto de 40% das vezes). No estado australiano de Victória, não ser suficientemente visível foi um fator que contribuiu para 65% dos acidentes envolvendo carros e motocicletas, e a única causa em 21% deles. Estudo realizado na Alemanha revelou que a sinalização luminosa insuficiente em caminhões e nos seus reboques foi responsável por cerca de 5% das colisões graves de veículos contra caminhões. Estudo realizado nos Países Baixos mostrou que 30% das colisões envolvendo bicicletas ocorreram à noite ou durante o crepúsculo, e poderiam ter sido evitadas se elas estivessem com luzes acessas. *WHO*<sup>2</sup>.

Outro aspecto preocupante é o fato dos pedestres tenderem a superestimar sua própria visibilidade por parte dos condutores à noite. Em média, os condutores veem os pedestres à metade da distância que os pedestres pensam poderem ser vistos (*AASHTO*<sup>20</sup>), fato que aumenta o risco de atropelamento na travessia de vias no período noturno.

Estudos realizados mostram que o fato dos veículos utilizarem faróis acessos durante o dia, tornando-os, assim, mais visíveis, reduz entre 10% e 15% os acidentes diurnos. *Elvik & Vaa*<sup>19</sup>.

### **3.5 FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À VIA**

#### **DEFEITOS NA SUPERFÍCIE DE ROLAMENTO**

Os seguintes defeitos na pista podem ser considerados fatores de risco associados à ocorrência de acidentes: buracos, sulcos pronunciados, superfície escorregadia, deficiência da drenagem que deixa água acumulada sobre a pista, lombada ou valeta pronunciada, degrau no acostamento de rodovias, etc.

A passagem sobre buracos, sulcos, valetas e lombadas pronunciadas, bem como sobre degraus entre a pista e o acostamento, pode levar à perda de direção do veículo. O mesmo pode acontecer durante a tentativa de desviar de buracos na pista.

Superfícies escorregadias prejudicam a eficiência das ações de frenagem e desvio de obstáculos, aumentando a distância de frenagem e a distância necessária para desviar de obstáculos.

O acúmulo de água sobre a pista pode provocar o fenômeno denominado

aquaplanagem (hidroplanagem), que ocasiona a perda do controle do veículo devido à falta de aderência dos pneus com a pista. Esse fenômeno ocorre em geral associado ao binômio velocidade alta e pneus com desgaste acentuado.

### **PROJETO GEOMÉTRICO INADEQUADO**

Uma série de problemas ligados ao projeto geométrico da via pode contribuir para a ocorrência de acidentes. Alguns desses problemas são: existência de curva de pequeno raio após longo trecho em tangente e/ou com curvas suaves, trechos com distância de visibilidade de frenagem ou ultrapassagem incompatível com a velocidade usual na via, superelevação e/ou superlargura inadequadas nas curvas, falta de legibilidade (o traçado da via não é suficientemente explícito para os usuários), etc.

### **SINALIZAÇÃO DEFICIENTE**

Uma sinalização deficiente (inadequada, insuficiente ou deteriorada) está diretamente associada à ocorrência de acidentes.

Em especial, três aspectos são considerados críticos: falta de visibilidade das linhas de demarcação de borda, de separação de faixas e de parada obrigatória (mais comum de ocorrer à noite e em condições climáticas adversas); ausência de elementos verticais refletivos demarcadores de curvas de pequeno raio, ilhas, obras, etc.; e inexistência de avisos prévios de mudanças nas características da via devido à presença de obras na pista, semáforos, cruzamentos com via preferencial, acidentes, incidentes, etc.

### **INTERSEÇÕES INADEQUADAS**

Os principais problemas ligados às interseções que contribuem para a ocorrência de acidentes são: visibilidade ruim para aqueles que vão entrar em um cruzamento com via preferencial, devido à geometria inadequada ou existência de elementos próximos à via (construções, árvores, vegetação alta, postes, propaganda comercial, abrigos de ônibus, etc.); entrada e saída direta (sem pista de aceleração/desaceleração) nas vias de alta velocidade; condições favoráveis ao desenvolvimento de velocidade excessiva nas aproximações; sinalização deficiente; operação imprópria: cruzamento de vias com grande movimento com sinal de parada obrigatória em vez de semáforo; semáforo com movimentos de conversão à esquerda não protegidos; duração dos tempos de semáforos inadequados; ausência de fase exclusiva para a travessia de pedestres; rotatória vazada; etc.

Um aspecto importante no que se refere às interseções diz respeito à expectativa dos condutores. Quando os condutores estão acostumados com um determinado tipo de interseção, as manobras a serem realizadas são quase que automáticas, não exigindo o processamento de uma grande quantidade de informações em tempo reduzido; ao contrário, quando surge à frente um modelo de interseção diferente do usual, a quantidade de informações a ser processada em curto espaço de tempo é grande, o que aumenta o risco dos condutores realizarem uma manobra equivocada que pode levar a um acidente. Assim, sobretudo nas rodovias onde a velocidade é alta, é importante manter sempre os mesmos padrões de interseção ao longo da mesma.

### **PROBLEMAS NA LATERAL DA VIA**

Os principais problemas na lateral da via que contribuem para a ocorrência de acidentes são: inexistência de calçada revestida nas vias urbanas que muitas vezes leva os pedestres a caminhar pelo leito da via; falta de acostamento nas rodovias para o tráfego de pedestres, bicicletas, carroças, etc. fora da pista; entrada/saída de estacionamentos e garagens em vias de trânsito rápido sobretudo onde a visibilidade é ruim na saída; presença de obstáculos próximos à pista, etc.

### **FALTA DE ILUMINAÇÃO EM LOCAIS CRÍTICOS**

A falta ou deficiência de iluminação em alguns locais podem dificultar a visibilidade de pedestres, bicicletas, ou mesmo do contorno da pista.

## **3.6 FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AOS VEÍCULOS**

### **MANUTENÇÃO INADEQUADA**

A falta de manutenção adequada dos veículos pode contribuir direta ou indiretamente para a ocorrência de acidentes. Alguns dos problemas mais críticos são os seguintes: pneus com desgaste acentuado ou defeituosos, freios desregulados, sistema de suspensão/estabilização com problemas, luzes dos faróis ou das lanternas queimadas, limpador do para-brisa sem funcionar ou com mau funcionamento, falta de buzina, espelho retrovisor quebrado ou com defeito, faróis desregulados, etc.

Muitas vezes, algum componente pode apresentar um problema súbito que pode provocar um acidente, como é o caso do estouro de um pneu, quebra do sistema de direção, quebra do sistema de suspensão, queima das luzes dos faróis, paralisação do limpador de para-brisa sob chuva intensa, etc. Estas ocorrências envolvem quase sempre veículos velhos e mal conservados.

## **Tipo de veículo**

No que diz respeito ao tipo de veículo, o risco do envolvimento em acidentes segue, em geral, a seguinte ordem (maior para menor): motocicleta–bicicleta–pedestre–carro–ônibus/caminhão. Elvik & Vaa<sup>19</sup> citam que, na Noruega, a taxa de acidentes por quilômetro para pedestres é de 4 a 6 vezes maior do que a dos ocupantes de carro; e de ciclistas, 6 a 9 vezes maior.

O maior risco do envolvimento em acidentes da motocicleta e da bicicleta deve-se aos seguintes fatos: por ter menor tamanho é maior a probabilidade de não ser vista pelos condutores dos outros tipos de veículos, por ter duas rodas é comum a perda de equilíbrio com conseqüente queda e/ou desvio de trajetória e por ser, muitas vezes, conduzida de maneira perigosa.

No caso dos ônibus/caminhões, o fato de serem maiores e, portanto, mais visíveis, de serem conduzidos por profissionais e de utilizarem velocidades comparativamente menores explicam o menor risco do envolvimento em acidentes.

## **Projeto dos veículos**

Veículos dotados de sistema de freio, de direção, de suspensão/estabilização e de faróis com desempenho superior apresentam maior segurança.

Um ponto crítico, no tocante ao projeto dos veículos, é a existência de pontos cegos. A pior situação ocorre do lado direito em razão da presença da coluna do para-brisa e/ou de passageiro sentado no banco da frente, pois isso prejudica a visibilidade dos veículos que se aproximam do lado direito (oposto ao condutor) na via a ser cruzada.

Também relevante no tocante à segurança é o campo de visão proporcionado pelos espelhos retrovisores, que, se limitada, aumenta o risco de acidentes.

Nos automóveis dotados de cinto de segurança de três pontos, bolsa de ar (*airbag*), banco com apoio para a cabeça, coluna da barra de direção colapsível, vidro frontal laminado, sistema de freios antiblocante, terceira luz de freio, espelhos retrovisores adequados, etc., o risco de envolver-se em acidentes e de sofrer ferimentos nos acidentes é significativamente menor em relação àqueles que não possuem essas características.

Tendo em vista o aprimoramento do quesito segurança nos veículos, a resolução 312 do CONTRAN<sup>30</sup>, de 3 de abril de 2009, dispõe sobre a obrigatoriedade da instalação do sistema de freios ABS (que impede o travamento das rodas dos veículos nas frenagens, aumentando, assim, a eficiência do sistema de freio) para todos os veículos fabricados no país a partir de 1º de janeiro de 2014.

## VISIBILIDADE

Um fator que contribui para a ocorrência de acidentes é o fato de um usuário não perceber a presença de outro veículo ou pedestre, ou não perceber a tempo de fazer uma manobra evasiva (frear, desviar ou acelerar) para evitar a colisão.

Ainda que isso seja mais frequente durante a noite, também ocorre muitas vezes durante o dia, sobretudo quando as condições de visibilidade são ruins em razão da existência de chuva, nevoeiro, fumaça, etc., ou quando o sol se encontra próximo da linha do horizonte e provoca ofuscamento.

A facilidade de ser visto depende do tamanho do veículo/pedestre (motocicleta, bicicleta e crianças, por exemplo, são menos visíveis que carros, ônibus, caminhões e pessoas adultas), como também das cores que predominam (cores como o amarelo, branco, etc. chamam mais a atenção). À noite, em particular, a existência de material refletivo (amarelo ou laranja) nos veículos, nas roupas dos pedestres ou nos capacetes dos motociclistas/ciclistas os torna mais visíveis.

Alguns componentes dos veículos (colunas, retrovisor, etc.), bem como a presença de passageiros ao lado, impedem a visibilidade de parte da via por parte dos motoristas, constituindo o que se denomina de pontos cegos. Esse fator é mais crítico em interseções cujas vias formam ângulos menores que 75°, devido à posição relativa do veículo e dos olhos do condutor, sobretudo quando se trata de veículos comerciais (caminhões e ônibus).

Em muitos acidentes o condutor ou pedestre afirma que simplesmente não viu o veículo (cerca de 30% das vezes) ou pedestre (perto de 40% das vezes). No estado australiano de Victória, não ser suficientemente visível foi um fator que contribuiu para 65% dos acidentes entre carros e motocicletas, e a única causa em 21% deles. Estudo realizado na Alemanha revelou que a sinalização luminosa insuficiente em caminhões e nos seus reboques foi responsável por cerca de 5% das colisões graves de veículos contra caminhões. Estudo realizado nos Países Baixos mostrou que 30% das colisões contra bicicletas ocorreram à noite ou durante o crepúsculo, e poderiam ter sido evitadas se elas estivessem com luzes acesas. *WHO*<sup>2</sup>.

Estudos realizados mostram que o fato dos veículos utilizarem faróis acessos durante o dia, tornando-os, assim, mais visíveis, leva a uma redução entre 10% e 15% dos acidentes diurnos. Elvik & Vaa<sup>19</sup>.

### **3.7 FATORES DE RISCO ASSOCIADOS AO MEIO AMBIENTE**

#### **CHUVA**

As precipitações trazem os seguintes problemas para a segurança viária: molham a pista reduzindo o atrito entre os pneus e o pavimento, prejudicam a visibilidade (fato mais acentuado no período noturno) e podem levar à formação de poças de água sobre a pista provocando o fenômeno denominado aquaplanagem ou hidroplanagem — que ocasiona a perda do controle do veículo devido à falta de aderência dos pneus com a pista.

Os primeiros pingos de chuva ou garoa não formam volume de água suficiente para retirar da via a poeira e os resíduos que se acumulam; como consequência, nos primeiros momentos de chuva a pista fica bastante escorregadia.

Para ilustrar a influência da redução do atrito pneus-pista no risco de acidentes, quando o valor do atrito passa de 0,8 (pavimento seco) para 0,4 (comum em pavimento molhado), a distância de frenagem para velocidades na faixa entre 60 e 120km/h aumenta da ordem de 60%.

Alguns estudos apontam que com chuva o número de acidentes pode aumentar até 50% em decorrência da aderência e da visibilidade serem menores.

#### **NEVE**

A neve apresenta, a princípio, os mesmos problemas associados à chuva, com o agravante de que quando congela na superfície do pavimento reduz a aderência dos pneus à quase zero.

#### **VENTO FORTE**

Rajadas de vento muito fortes podem provocar a perda da direção dos veículos com mudança não intencional de faixa de rolamento ou saída da pista; em alguns casos até mesmo o tombamento.

#### **NEBLINA E FUMAÇA**

A presença de neblina e fumaça pode reduzir significativamente a visibilidade.

#### **ÓLEO OU OUTRO MATERIAL LUBRIFICANTE SOBRE A PISTA**

O derramamento de óleo, ou outro material com características lubrificantes sobre a pista, provoca substancial redução do atrito entre os pneus e o pavimento.

## PROPAGANDA COMERCIAL

A presença de propaganda comercial na lateral da via pode atuar no sentido de desviar a atenção dos condutores.

## ANIMAIS VIVENDO NAS PROXIMIDADES DA VIA

Animais vivendo nas proximidades da via podem atravessar a pista provocando, muitas vezes, acidentes de diferentes naturezas: atropelamento do animal, saída do veículo da faixa de rolamento ou mesmo da pista para desviar do animal (podendo ocorrer, neste caso, choque com obstáculo lateral, colisão com veículo vindo em sentido contrário, capotagem, tombamento, etc.).

### 3.8 DISTRIBUIÇÃO DOS FATORES CONTRIBUINTES

Na Tabela 3.4 são apresentados os valores obtidos em pesquisas realizadas em alguns países desenvolvidos e no Brasil sobre a incidência dos fatores de risco associados aos diversos componentes físicos do sistema de trânsito nos acidentes.

**Tabela 3.4 – Distribuição dos fatores causadores de acidentes.**

Fonte: Sabey & Staughton<sup>31</sup>, Treat et al.<sup>32</sup>, Wienwille<sup>33</sup> e Scaringella<sup>34</sup>.

Fator	Valores baseados nos trabalhos de Sabey & Staughton e Treat et al.	Valores citados por Wienwille	Valores obtidos no Brasil por Scaringella
Humano (H)	67	65	44
Via / Meio Ambiente (A)	3	2	0
Veículo (V)	3	2	0
H + A	23	25	29
H + V	4	5	19
A + V	0	0	0
H + A + V	1	1	8
Total	100	100	100
Presença de H	95	96	100
Presença de A	27	26	37
Presença de V	8	6	27

A análise dos valores relacionados na Tabela 3.4 permite inferir as seguintes conclusões:

- A presença de erro/falha humana está presente na maioria dos acidentes, seja no Brasil ou nos países desenvolvidos. Isso não significa que a frequência de erro/falha dos condutores nos países desenvolvidos seja similar ao do Brasil, pois se trata de distribuição relativa e não absoluta. Sabidamente, os condutores

- brasileiros são, em geral, menos preparados e mais imprudentes;
- Mesmo que o fator humano seja o principal fator de risco associado à ocorrência de acidentes, isso não deve ser usado para transferir a responsabilidade do acidente exclusivamente para a própria vítima. Como falhas humanas são inevitáveis, devem ser empregadas estratégias apropriadas que contribuam para a redução da probabilidade da ocorrência das mesmas;
  - A maior presença de falhas associadas ao binômio via/meio ambiente nos acidentes de trânsito que ocorrem no país deve-se ao padrão inferior do projeto (geometria, sinalização, drenagem e pavimento) e conservação das vias em relação aos países mais desenvolvidos;
  - A maior presença de falhas associadas ao fator veículo nos acidentes de trânsito no Brasil deve-se à diferença na situação econômica, que resulta em falta de manutenção dos veículos, idade média da frota avançada e tecnologia veicular inferior.

### **3.9 LEIS PROPOSTAS POR ELVIK**

Elvik<sup>35</sup> propôs quatro “leis” relacionadas à ocorrência de acidentes de trânsito, as quais, evidentemente, não se propõem a ser o único mecanismo de explicação para os acidentes. A intenção é apenas fazer uma associação entre fatores de risco e a chance dos acidentes ocorrerem.

#### **LEI UNIVERSAL DO APRENDIZADO**

A habilidade de detectar e controlar perigos no trânsito aumenta uniformemente com o aumento da quantidade de viagens. Essa teoria é mais facilmente identificada na transição de um condutor jovem para um condutor experiente, apesar de não ser restrito a essa etapa da formação de um condutor, pois se considera o aprendizado no trânsito como um processo contínuo.

#### **LEI DOS EVENTOS RAROS**

Quanto mais raro de ser encontrado um fator de risco, maior é o seu efeito na accidentalidade. Os perigos no trânsito não surgem de forma esperada ou uniforme; alguns deles aparecem com menor regularidade que outros, havendo, portanto, menos oportunidades de aprender a controlar esses problemas.

#### **LEI DA COMPLEXIDADE**

Quanto maior o número de informações relevantes por unidade de tempo que um usuário da via tiver que processar, maior é a probabilidade de cometer um erro e provocar um acidente. Um fator que ofereça risco à segurança do trânsito pode

ser facilmente controlável se aparecer isoladamente. Caso haja uma sobreposição de fatores de risco, maior é a dificuldade para controlá-los, podendo o condutor negligenciar aqueles mais graves ou mesmo responder com uma ação inadequada, o que favorece a ocorrência de acidentes.

### **LEI DA CAPACIDADE COGNITIVA**

Quanto menor o estado de atenção do condutor, menor a capacidade do mesmo tomar decisões corretas e, portanto, maior o risco de acidentes. Exemplo disso é o grande prejuízo para a segurança no trânsito decorrente da ingestão de álcool ou drogas, utilização de telefone celular na direção, etc.

### **3.10 QUESTÕES**

1. Conceituar fator de risco associado à ocorrência de acidentes de trânsito.
2. Em uma visão abrangente, com que está relacionado o risco de acidentes no trânsito?
3. Discorrer brevemente sobre cada um dos principais fatores de risco associados à exposição ao trânsito.
4. Comentar sucintamente sobre cada um dos principais fatores de risco associados à legislação/fiscalização do trânsito.
5. Quais os principais fatores de risco associados aos seres humanos? Discorrer brevemente sobre cada um deles.
6. Quais os principais fatores de risco associados às vias? Comentar sucintamente sobre cada um deles.
7. Quais os principais fatores de risco associados aos veículos? Falar brevemente sobre cada um deles.
8. Quais os principais fatores de risco associados ao meio ambiente? Discorrer brevemente sobre cada um deles.
9. Como se distribuem os fatores de risco de acidentes associados aos diversos componentes físicos do sistema de trânsito no Brasil e nos países desenvolvidos? Comentar sobre os valores.
10. Citar as leis propostas por Elvik relacionadas à ocorrência de acidentes de trânsito.

# 4

## FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À SEVERIDADE

### 4.1 INTRODUÇÃO

Os fatores de risco associados à severidade dos acidentes de trânsito são aqueles que aumentam a probabilidade de haver vítimas, sobretudo vítimas graves e fatais, e são principalmente os seguintes:

- Velocidade alta;
- Não utilização dos equipamentos de segurança;
- Veículos sem estrutura de proteção aos ocupantes;
- Presença de obstáculo perigoso próximo à pista.

A seguir são feitos comentários sobre cada um desses fatores.

### 4.2 VELOCIDADE ALTA

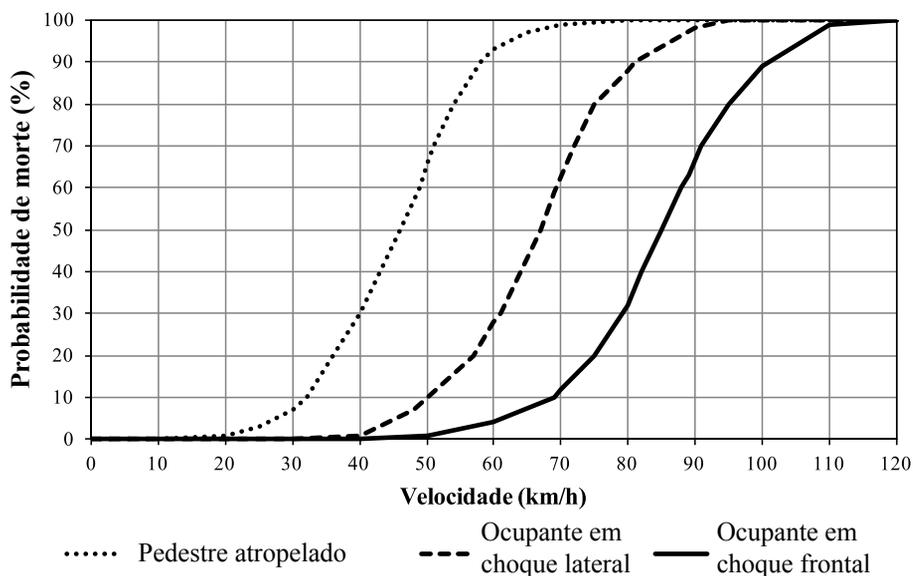
A velocidade alta é o principal fator associado aos acidentes com vítimas graves e/ou fatais.

De acordo com *WHO*<sup>2</sup>:

- O excesso de velocidade contribui para cerca de 30% das mortes no trânsito nos países mais desenvolvidos e de 50% nos países em desenvolvimento;
- Para cada 1km/h de aumento da velocidade, a incidência de acidentes com vítimas cresce 3% e o risco de morte nos acidentes entre 4 e 5%.

A Figura 4.1 mostra o risco de morte em função da velocidade relativa nos seguintes tipos de acidentes: pedestre atropelado (grosso modo, também vale para colisão com ciclista e motociclista), ocupante de carro com cinto sofrendo impacto lateral e ocupante de carro com cinto sofrendo impacto frontal.

Os valores da Figura 4.1 apontam que o risco de morte depende do tipo de veículo e do tipo de colisão/choque e cresce bastante com o aumento da velocidade de impacto. Wramborg (fonte: Fortes et al.<sup>36</sup>).



**Figura 4.1 – Risco de morte em função da velocidade e do tipo de acidente. Fonte: Fortes et al.<sup>36</sup>.**

Baseado nas curvas apresentadas na Figura 4.1, estão relacionados na Tabela 4.1 os valores associados ao risco de morte no caso dos três tipos de acidentes considerando diferentes velocidades de impacto.

**Tabela 4.1 – Risco de morte para distintos tipos de acidentes em função da velocidade.**

Velocidade de impacto (km/h)	Atropelamento de pedestre, ciclista e motociclista	Ocupantes de carro no caso de impacto lateral	Ocupantes de carro no caso de impacto frontal
20	0	0	0
30	8	0	0
40	30	0	0
60	93	28	3
80	100	89	32
100	100	100	90
120	100	100	100

Baumgart (reproduzido de CET<sup>37</sup>) estabeleceu a correlação indicada na Tabela 4.2 entre a velocidade do impacto frontal e o grau de severidade no caso de acidentes com carros, em função do tipo de impacto.

**Tabela 4.2 – Grau de severidade do impacto frontal de um carro em diversas situações em função da velocidade. Fonte: Baumgart (reproduzido de CET<sup>37</sup>).**

Região	Velocidade (Km/h)	Tipo de obstáculo		
		Barreira rígida fixa	Veículo em sentido oposto com a mesma velocidade	Veículo estacionado
A	0	Não há	Não há	Não há
B	0-40	Pequeno	Leve	Leve
C	40-50	Médio	Leve	Leve
D	50-70	Grande	Médio	Leve
E	70-90	Grande	Grande	Leve
F	90-140	Grande	Grande	Médio
G	>140	Grande	Grande	Grande

Na Tabela 4.3 estão indicados a velocidade de impacto e o risco de morte, no caso do choque frontal com um obstáculo rígido (poste, árvore, pilar, etc.), com base nos dados da Figura 4.1, para os ocupantes de carros, em função da velocidade inicial e da distância em que o obstáculo é visto, admitindo as seguintes hipóteses: fator de atrito pneu-pavimento = 0,8 (usual com pavimento seco e pneu em bom estado) e tempo de percepção e reação dos condutores = 1s (usual para condutores em estado normal).

**Tabela 4.3 – Velocidade de impacto e probabilidade de morte para diferentes velocidades iniciais e distintas distâncias do surgimento de um obstáculo rígido à frente.**

V inicial (km/h)	D = 30m		D = 50m		D = 70m	
	V impacto (km/h)	Probabilidade de morte (%)	V impacto (km/h)	Probabilidade de morte (%)	V impacto (km/h)	Probabilidade de morte (%)
60	30	0	0	0	0	0
80	69	10	27	0	0	0
100	98	85	74	20	36	0
120	120	100	105	95	83	40

Os resultados apresentados na Tabela 4.3 mostram o grande aumento do risco de morte dos ocupantes de automóveis em impacto frontal quando a velocidade desenvolvida cresce.

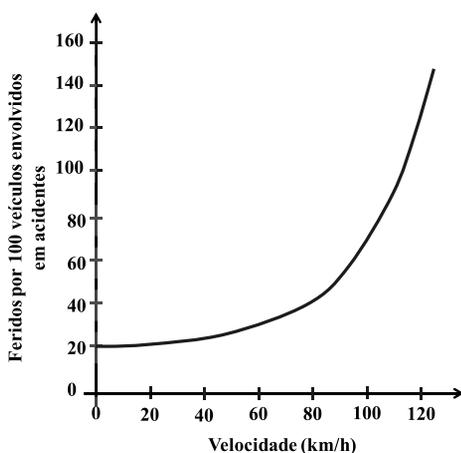
Sobre a questão do atrito pneu-pavimento, cabe mencionar a maior eficiência do sistema de freios denominado *ABS* que impede as rodas de travar, garantindo, assim, a atuação da força de atrito estático na frenagem, o qual é significativamente maior que a força de atrito dinâmica que atuaria caso as rodas estivesse travadas e deslizassem.

Na Tabela 4.4 estão relacionados os valores do risco do envolvimento em acidentes com vítimas em função da velocidade desenvolvida, mencionados por McLean & Kloeden<sup>38</sup>.

**Tabela 4.4 – Risco de ocorrência de acidente com vítima em função da velocidade. Fonte: McLean & Kloeden<sup>38</sup>.**

Velocidade (km/h)	Risco relativo
60	1,0
65	2,0
70	4,2
75	10,6
80	31,8

Também para ilustrar a influência da velocidade na severidade dos acidentes, na Figura 4.2 é mostrada a curva de vítimas para cada 100 veículos envolvidos em acidentes em função da velocidade, apresentada por Solomon (fonte: *AASHTO*<sup>20</sup>).



**Figura 4.2 – Vítimas para cada 100 veículos envolvidos em acidentes em função da velocidade. Fonte: *AASHTO*<sup>20</sup>.**

## 4.3 NÃO UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

### CINTO DE SEGURANÇA

Toda colisão ou choque provoca desaceleração brusca fazendo com que tudo o que esteja solto dentro do veículo continue a viajar com a velocidade anterior ao impacto, sendo, assim, projetado e indo se chocar contra o que estiver na sua frente (painel, volante, parabrisa, encosto de banco, etc.).

Dessa forma, o cinto de segurança apresenta os seguintes benefícios no caso de um impacto frontal:

- Reduz o valor da força de impacto sobre o ocupante, uma vez que aproveita o efeito da deformação do veículo e da deformação da mola na qual é preso para desacelerar menos rapidamente o corpo humano (o que não acontece quando o mesmo é projetado para frente e se choca com um objeto rígido);
- Faz com que a força de desaceleração atue em partes mais resistentes do corpo (tórax e pélvis em vez de outras partes mais frágeis como a cabeça);
- Distribui a força de desaceleração em uma área maior, reduzindo a pressão localizada.

O cinto de segurança também impede que os corpos dos ocupantes do veículo sejam lançados para fora do veículo nos acidentes; nos casos de capotagem e tombamento também de serem jogados de um lado para o outro.

Os resultados da eficiência do uso do cinto pelos motoristas na prevenção de lesões em diferentes tipos de acidentes, de acordo com estudo realizado nos Estados Unidos (*WHO*<sup>2</sup>) são os seguintes: colisão frontal = 43%, colisão lateral do lado do condutor = 27%, colisão lateral do lado oposto do condutor = 39%, colisão traseira = 49% e tombamento/capotagem = 77%.

Valores citados por Elvik & Vaa<sup>19</sup>: o uso do cinto reduz o risco de morte em cerca de 50% para condutores, 45% para os ocupantes de bancos dianteiros e 25% para os ocupantes dos bancos traseiros; o uso do cinto reduz o risco de vítimas graves em cerca de 45% para condutores, 45% para os ocupantes de bancos dianteiros e 25% para os ocupantes dos bancos traseiros.

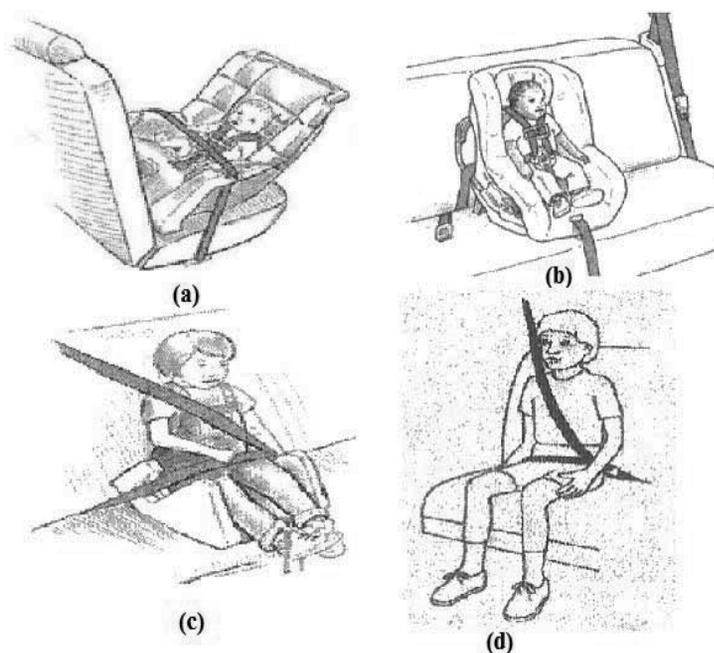
O uso do cinto de segurança é a mais importante ação no sentido de reduzir as lesões e as mortes no trânsito dos ocupantes de automóveis, ônibus e caminhões.

### CADEIRAS DE SEGURANÇA PARA CRIANÇAS

O uso de cadeiras de segurança no banco traseiro para crianças é bastante eficaz na redução das lesões no caso de acidentes.

Existem diversos tipos de cadeiras, indicadas conforme a idade. A Resolução nº 277, de 28 de maio de 2008, do CONTRAN<sup>30</sup>, estabelece os seguintes tipos de dispositivos para o transporte de crianças:

- Conchinha (bebê-conforto ou conversível) para crianças até cerca de 1 ano, que deve ser colocada no centro do banco traseiro com a criança virada de costas para o motorista (Figura 4.3–caso a);
- Cadeirinha fixa para crianças entre 1 e 4 anos, que deve ser colocada de frente para o motorista no centro do banco traseiro (Figura 4.3–caso b);
- Banquinho auxiliar (*booster* ou assento de elevação) para crianças maiores de 4 anos e com menos de 1,45 m de altura, que é fixado no banco traseiro para permitir que o cinto de segurança seja colocado na posição correta (Figura 4.3–caso c);
- Cinto de segurança no banco traseiro para crianças entre 4 e 10 anos (Figura 4.3–caso d).



**Figura 4.3 – Tipos de dispositivos para o transporte de crianças menores de 10 anos. Fonte: CONTRAN<sup>30</sup>.**

De acordo com Elvik & Vaa<sup>19</sup>, o emprego adequado da cadeira de segurança reduz em cerca de 50% as lesões graves e fatais em crianças.

Os estudos mostram que as crianças devem sempre ser transportadas no banco traseiro dos carros. Mesmo não utilizando cadeiras de segurança, o risco de lesões graves e fatais é reduzido em torno de 24% quando a criança viaja no banco traseiro. Elvik & Vaa<sup>19</sup>.

## **AIRBAG (BOLSA DE AR)**

O *airbag* (balão/bolsa que é automaticamente inflada com ar no caso de um impacto forte) apresenta os seguintes principais benefícios no caso de uma colisão frontal: distribui a força do impacto mais homoganeamente ao longo do corpo do ocupante, diminuindo a pressão localizada e evitando que a cabeça e os membros superiores sejam lançados para frente em relação ao tórax (o movimento brusco da cabeça para frente é crítico, pois provoca danos na coluna cervical e no pescoço).

Usado em conjunto com o cinto de segurança, o *airbag* contribui para reduzir ainda mais o risco de morte dos motoristas: algo em torno de 12% nos acidentes em geral e 22% nas colisões frontais, conforme Elvik & Vaa<sup>19</sup>.

## **CAPACETE**

O objetivo do capacete é proteger a cabeça (a parte mais frágil do corpo humano) das pessoas que utilizam veículos de duas rodas (motocicletas, motonetas, bicicletas, etc.) no caso de um acidente: colisão com outro veículo, choque com objeto fixo, queda, etc.

O trauma na cabeça é a principal causa de morte e sequelas graves definitivas de motociclistas.

O uso do capacete nos veículos motorizados de duas rodas (motocicleta e assemelhados) reduz, de acordo com Elvik & Vaa<sup>19</sup>, cerca de 25% o risco de traumatismos graves e fatais nos acidentes e em torno de 45% o risco de lesões graves e fatais na cabeça.

Entre crianças, os acidentes com o uso da bicicleta são uma das principais causas de ferimentos.

O uso do capacete é a mais importante ação no sentido de reduzir os traumatismos e as mortes no trânsito dos usuários de veículos motorizados de duas rodas e de bicicletas.

## **4.4 VEÍCULOS SEM ESTRUTURA DE PROTEÇÃO AOS OCUPANTES**

A gravidade das lesões das vítimas de colisões e choques no trânsito depende, basicamente, da velocidade de impacto e do nível de proteção oferecido pelo par veículo–equipamento de segurança.

Sob a ótica da proteção oferecida pelo par veículo–equipamento de segurança, podem-se fazer as seguintes associações simplificadas (da pior para a melhor situação):

- Situação 1 (menos favorável): pedestres e ciclistas/motociclistas sem capacete;
- Situação 2: ciclistas/motociclistas com capacetes adequados;
- Situação 3: ocupantes de automóveis sem cinto de segurança;
- Situação 4: ocupantes de automóveis com cinto de segurança em impacto lateral (neste caso, a estrutura do veículo associada ao uso do cinto protege menos);
- Situação 5 (mais favorável): ocupantes de automóveis com cinto de segurança em impacto frontal ou traseiro (neste caso, a estrutura do veículo associada ao uso do cinto protege mais).

Os veículos de duas rodas apresentam maior risco por não oferecem nenhuma proteção aos condutores; nos automóveis o risco é menor em razão da existência da estrutura protetora e da atuação do cinto de segurança; os veículos maiores, como caminhões e ônibus, oferecem maior proteção que os automóveis por terem uma estrutura mais resistente e a posição dos ocupantes ficar a uma maior altura do solo — o que constitui fator positivo na maioria dos impactos.

No caso de batida frontal e traseira envolvendo carros, o impacto é amortecido pois existe maior quantidade de material a ser deformado (amassado) na colisão/choque; além disso, nesse caso o cinto de segurança atua de maneira mais eficaz. Nos impactos laterais, a quantidade de material a ser deformado é muito menor e a atuação do cinto de segurança é bem menos eficaz.

O risco de morte associado aos principais tipos de veículos pode ser avaliado com base nos valores indicados na Tabela 4.5, obtidos em Koornstra<sup>39</sup>, sobre a mortalidade no trânsito em função do modo de transporte relativo ao conjunto de países da União Europeia.

**Tabela 4.5 – Taxa de mortalidade em função do modo de transporte nos países da União Europeia no biênio 2001–2002. Fonte: Koornstra<sup>39</sup>.**

Modo de transporte	Taxa de mortalidade por 100 milhões de pass.km	Probabilidade relativa de óbito
Ônibus e bonde	0,07	0,1
Carro	0,7	1,0
Bicicleta	5,4	7,7
A pé	6,4	9,1
Motocicleta/motoneta	13,8	19,7

Estudo realizado nos Estados Unidos mostrou que a mortalidade por passageiro–quilômetro no caso da motocicleta é 26 vezes maior em relação ao carro e 200 vezes maior em relação ao ônibus. WHO<sup>2</sup>.

Na Tabela 4.6 são apresentados os valores relativos ao risco de sofrer lesão em acidentes de trânsito, por modo de transporte, que correspondem a uma média dos valores de cinco países da Europa, tendo como referência o número de vítimas por passageiro–quilômetro.

**Tabela 4.6 – Risco de sofrer lesão no trânsito nos vários tipos de veículos (média de cinco países da europa). Fonte: Elvik et al.<sup>8</sup>.**

<b>Tipo de veículo</b>	<b>Risco relativo</b>
Ônibus	0,5
Carro	1,0
A pé	6,7
Bicicleta	9,4
Motocicleta/motoneta	12,0

Amostra restrita com dados do Brasil apontou que os riscos relativos de uma pessoa ser ferida ou morrer viajando de carro ou de motocicleta são os seguintes:

- Risco de ser ferido: 15 vezes maior na motocicleta em viagens urbanas e 8 vezes maior em viagens nas rodovias;
- Risco de morte: 28 vezes maior na motocicleta em viagens urbanas e 11 vezes maior em viagens nas rodovias.

Considerando que a grande maioria das viagens por motocicleta são realizadas nas cidades, observa-se que os valores dos riscos no Brasil, em relação ao carro, são superiores aos dos países da Europa: 15 contra 12 no caso de lesão; 28 contra 19,7 no caso de morte. No caso do risco de morte, o valor 28 observado no Brasil é próximo do valor 26 verificado nos Estados Unidos.

#### **4.5 PRESENÇA DE OBSTÁCULO PERIGOSO PRÓXIMO À PISTA**

Uma parte significativa dos acidentes de trânsito ocorre quando os veículos saem da pista. De acordo com estudos realizados na Austrália e em diversos países da União Europeia, os acidentes associados à saída da pista contribuem entre 18% e 42% para a ocorrência dos acidentes com vítimas fatais nas vias de alta velocidade (rodovias e vias urbanas expressas). *WHO*<sup>2</sup>.

Nos Estados Unidos, cerca de 1/3 dos acidentes com vítimas fatais ocorrem em razão da saída de veículos da pista. *AASHTO*<sup>40</sup>.

No Brasil, da ordem de 30% dos acidentes nas rodovias estão relacionados com a saída de veículos da pista; sendo esse valor próximo de 25% no caso dos acidentes graves. Andrade<sup>41</sup>.

Os motivos que levam os veículos a sair da pista e invadir a faixa lateral da via são principalmente os seguintes (esses mesmos motivos é que também levam a saída da faixa de rolamento e a colisão com outro veículo que se locomove em outras faixas no mesmo sentido ou no sentido oposto):

- Sonolência do condutor que leva a rápido cochilo ou mesmo ao sono;
- Desvio momentâneo da atenção do condutor ao usar telefone celular, manusear aparelho de som, apanhar objetos, acender cigarro, olhar para pessoas ou coisas que estão no banco de trás, aplicar cosmético, etc.;
- Baixa visibilidade, causada, principalmente, por condições climáticas adversas;
- Derrapagem do veículo devido ao emprego de velocidade alta e/ou pista escorregadia;
- Perda da referência espacial por parte do condutor quando sob efeito de droga ou álcool;
- Desvio consciente por parte do condutor para evitar colisão com outros veículos ou choque com obstáculos situados na pista (pedestre, animal, objeto, etc.);
- Falha em componente do sistema de direção do veículo.

A saída da pista pode levar aos seguintes principais tipos de acidentes:

- Choque com objetos fixos rígidos como árvores, postes, pilares de viadutos, colunas de sustentação de pórticos, muretas de drenagem, valetas pronunciadas, etc.;
- Entrada em barranco, normalmente seguida de tombamento ou capotagem;
- Queda em espaço vazio existente em viadutos, pontes, etc., muitas vezes associada com choque contra parede vertical;
- Colisão com outros veículos trafegando no sentido oposto quando a saída ocorre do lado do canteiro central em rodovias de múltiplas faixas.

Para evitar que os acidentes associados à saída de veículos da pista não resultem graves, os seguintes procedimentos são indicados:

- Ter uma faixa lateral livre de obstáculos junto à pista com superfície regular e baixa declividade, de modo a permitir que os condutores possam desviar a trajetória e/ou frear o veículo antes que o impacto ocorra, ou que ocorra com velocidade baixa;
- Nos casos em que isso não é possível, deve-se utilizar barreira de contenção lateral de modo a desviar a trajetória dos veículos e fazer com que retornem à pista com o mínimo de dano, evitando, dessa forma, o “impacto” perigoso. Cabe colocar que a barreira lateral não evita o acidente, mas faz com que, na maioria das vezes, resulte menos grave; na realidade, a presença da barreira em geral leva a um aumento do número de acidentes, pois ela fica situada mais próxima à pista do que os obstáculos que tem o objetivo de “proteger”;
- Em alguns casos de obstáculos rígidos isolados, como extremidade da parede de túneis, *guardrail* de pontes, junção em V de barreiras de contenção, etc., pode ser indicado o emprego de dispositivo amortecedor de choque para que o impacto resulte mais suave.

São dois os principais tipos de barreiras de contenção empregados: de concreto (Figura 4.4) e metálica (Figura 4.5).

Atualmente, os dois tipos apresentam uma grande variedade de modelos no tocante à forma e à resistência ao impacto, de modo a oferecer a melhor alternativa para cada situação. A escolha de um ou outro tipo/modelo depende da constituição da frota, da velocidade dos veículos e das características do local.



**Figura 4.4 – Exemplo de barreira de contenção de concreto.**



**Figura 4.5 – Exemplo de barreira de contenção metálica.**

Tomando como base os valores apresentados por Elvik et al.<sup>8</sup>, o emprego de barreira de contenção lateral, onde indicado, reduz em cerca de 45% os acidentes com vítimas fatais e em 40% o número de acidentes com vítimas não fatais.

Outro tipo de barreira de contenção lateral também utilizado em algumas situações é a constituída de cabos de aço fixados em pilares metálicos (Figura 4.6).



**Figura 4.6 – Exemplo de barreira de contenção com cabos de aço. Fonte: *Journal of Commerce*<sup>42</sup>.**

Em alguns países da Europa, como Dinamarca, Reino Unido, Suécia e Suíça, barreiras de cabos de aço têm sido empregadas no centro da pista em rodovias de duas faixas e dois sentidos (rodovias de pista simples), para evitar as ultrapassagens perigosas e que veículos desgovernados invadam a pista contrária; segundo Ogden<sup>43</sup>, levando a uma redução do número de acidentes com vítimas fatais de quase 100% e da ordem de 25% no caso dos acidentes com vítimas.

Os dispositivos de amortecimento de impacto podem ser de diversos tipos, sendo dois deles ilustrados nas Figuras 4.7 e 4.8.



**Figura 4.7 – Exemplo de dispositivo amortecedor de impacto em pilar de viaduto. Fonte: Lindsay<sup>44</sup>.**



**Figura 4.8 – Exemplo de dispositivo amortecedor de impacto no início de uma barreira de concreto. Fonte: Lindsay<sup>44</sup>.**

De acordo com *WHO*<sup>2</sup>, nos Estados Unidos os dispositivos amortecedores de choque têm reduzido as lesões mortais e graves nos casos em que são recomendados em mais de 75%; no Reino Unido, em mais de 67%.

De acordo com *AASTHO*<sup>40</sup>, para evitar a ocorrência de acidentes graves nas saídas de pista, devem ser implementadas, na ordem de prioridade, as seguintes medidas:

- Remover o obstáculo perigoso (árvore, poste de iluminação, etc.);
- Reprojetar o obstáculo para que possa ser transpassado com segurança (exemplo: reduzir a altura de caixa de coleta de água pluvial);
- Realocar o obstáculo para um lugar onde tenha menor probabilidade de ser atingido;
- Substituir o obstáculo rígido por um dispositivo colapsível, para reduzir a gravidade do impacto;
- “Proteger” o obstáculo (poste, árvore, espaço vazio de grande altura, barranco, dispositivo de drenagem, etc.) com o emprego de barreira de contenção lateral ou amortecedor de choque frontal.

Andrade<sup>41</sup> obteve as seguintes dimensões para a largura do espaço lateral com terreno de baixa declividade, regular e livre de obstáculos para evitar/minimizar a ocorrência de acidentes no choque com obstáculos rígidos:

- Para que a probabilidade de choque seja igual a 0%: 6m para velocidade de 60km/h, 11m para velocidade de 80km/h e 16m para velocidade de 100km/h;
- Para que a probabilidade de choque seja igual a 10%: 4m para velocidade de 60km/h, 7m para velocidade de 80km/h e 11m para velocidade de 100km/h;
- Para que a probabilidade de choque seja igual a 10% e o risco de acidente grave seja pequeno: 0m para velocidade de 60km/h, 6m para velocidade de 80km/h e 10m para velocidade de 100km/h.

Para ilustrar a gravidade dos acidentes no caso de choque com obstáculo rígido, na Tabela 4.7 é mostrada a relação equivalente do impacto com chão duro em queda vertical com o do choque com obstáculo rígido para diferentes velocidades, de acordo com Gibson e Walk<sup>45</sup>.

**Tabela 4.7 - Altura de queda equivalente ao choque com obstáculo rígido. Fonte: Gibson & Walk<sup>45</sup>.**

Velocidade no momento do choque (km/h)	Altura da queda equivalente (m)
10	0,4
20	1,6
30	3,5
40	6,3
50	9,8
60	14,8
70	19,3
80	25,2
90	31,8
100	39,3
110	47,6
120	56,6
130	66,4

#### 4.6 QUESTÕES

1. Quais os principais fatores que contribuem para a severidade dos acidentes de trânsito?
2. Discorrer sobre o impacto da velocidade alta na gravidade dos acidentes.
3. Comentar sobre a importância do uso dos equipamentos de segurança nos automóveis (cinto de segurança, cadeiras para crianças e *airbag*) e nos veículos motorizados de duas rodas (capacete).
4. Escrever resumidamente sobre a influência do tipo de veículo na gravidade dos acidentes.
5. Discorrer sobre o impacto da presença de obstáculo perigoso próximo à pista na gravidade dos acidentes.
6. Que ações devem ser implementadas para reduzir a gravidade dos acidentes associados à saída da pista?

7. O que são e para que servem os dispositivos denominados amortecedores de impacto?
8. Citar os valores obtidos por Andrade no tocante à largura da faixa lateral livre de obstáculos com superfície regular junto à pista das rodovias.



# 5

## QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DA ACIDENTALIDADE

### 5.1 INTRODUÇÃO

O registro (coleta de dados) dos acidentes de trânsito, a constituição de banco de dados e o processamento/sistematização/análise das informações são vitais para a quantificação da acidentalidade viária em um determinado espaço geográfico (país, estado, rodovia, município, cidade, área da cidade, via, interseção, etc.) e para a identificação das características mais comumente presentes nos acidentes visando à elaboração de planos para a redução dos acidentes e das vítimas.

A quantificação da acidentalidade no trânsito consiste em determinar os números de acidentes, feridos e mortos, bem como os índices associados a esses parâmetros em relação à população, frota de veículos, volume de tráfego, extensão de via, veículo x quilômetro, passageiros x quilômetro, etc. Esses valores permitem avaliar a dimensão da acidentalidade viária num determinado espaço geográfico (em termos absolutos ou relativos) mediante a comparação com outras causas de acidentes, ferimentos e mortes (doenças, homicídios, etc.) e com índices relativos a outros espaços geográficos similares (países, estados, municípios, cidades, rede de rodovias, trechos de rodovias, interseções, etc.).

A identificação das características presentes com maior frequência nos acidentes (características críticas) é realizada mediante a totalização dos acidentes que apresentam a mesma característica no tocante à severidade, local, período do dia, dia da semana, tipo de acidente, tipo de lugar, tipo de veículo envolvido, tipo de condutor, tipo de pedestre, condições ambientais, fator de risco presente, etc. Também é de grande valia na identificação da natureza dos acidentes predominantes (acidentes críticos) a totalização dos acidentes com duas, três ou mais características comuns.

Em especial, é de grande importância a identificação dos locais onde é maior a concentração de acidentes (locais críticos), que pode ser um ponto da via (interseção ou trecho com pequena extensão, algo como 100 metros), um trecho de via (segmento relativamente extenso), uma área (espaço compreendendo várias vias) ou lugares com características similares (cruzamentos ferroviários em nível, interseções semaforizadas, etc.).

A identificação dos locais críticos e da natureza dos acidentes críticos (considerando uma característica individual ou a associação de duas ou mais delas) constitui o trabalho mais importante com vistas à definição de ações mitigadoras a serem implementadas no âmbito da Engenharia, Educação, Esforço Legal, Medicina, etc.

Outro aspecto relevante acerca do registro e tratamento das informações sobre os acidentes de trânsito é a possibilidade de acompanhar as variações dos números e dos índices associados à acidentalidade viária ao longo do tempo, o que permite o monitoramento das ações mitigadoras, a detecção de problemas emergentes e a correlação com outros fatores que podem estar afetando a acidentalidade.

Para o combate à acidentalidade no trânsito com base científica, portanto com maior eficiência e eficácia, é imprescindível o conhecimento detalhado dos acidentes que vêm ocorrendo no espaço geográfico estudado, o que somente é possível com a realização adequada das tarefas envolvidas na coleta de dados dos acidentes, constituição do banco de dados e processamento/sistematização/análise das informações.

## **5.2 REGISTRO DOS ACIDENTES**

O registro dos acidentes de trânsito é, geralmente, feito pela Polícia. No Brasil, pela Polícia Militar dos Estados, nas cidades e rodovias/estradas municipais, pela Polícia Militar Rodoviária Federal, nas rodovias/estradas federais, e pela Polícia Militar Rodoviária dos Estados, nas rodovias/estradas estaduais.

Comumente, a documentação dos acidentes é realizada no local do acidente quando há vítimas, ou veículos oficiais envolvidos, através do preenchimento do Boletim de Ocorrência (BO). Nos acidentes sem vítimas, se necessário para efeito de acionamento de seguro ou outro motivo, os envolvidos devem comparecer a um posto da Polícia Militar e registrar o acidente visando à elaboração do boletim de ocorrência, sendo que, nesse caso, é feita a observação que o documento foi preenchido com base nas informações dos envolvidos. Em alguns estados do país já é possível fazer o registro dos acidentes de trânsito via Internet.

O boletim de ocorrência de um acidente de trânsito é utilizado para diversos fins: constituição de banco de dados visando à quantificação da acidentalidade e à definição de medidas para reduzir a quantidade de acidentes e de vítimas; recebimento de seguro facultativo contra danos materiais; recebimento do DPVAT (seguro obrigatório de danos pessoais causados por veículos automotores de via terrestre); instrução de processo cível, nos casos em que se precisa realizar a cobrança dos danos via judicial; etc.

Muitos dos acidentes de trânsito no país, sobretudo quando não há vítimas, não são reportados à Polícia Militar.

Quando o registro é feito no local por profissional preparado, as informações dos boletins de ocorrência são mais precisas. No caso dos registros de ocorrência mediante relato dos envolvidos, as informações costumam ser imprecisas e, algumas vezes, tendenciosas, não constituindo material confiável para fins de investigação dos fatores determinantes dos acidentes.

### 5.3 CONFIABILIDADE DAS INFORMAÇÕES DOS BANCOS DE DADOS

Os bancos de dados sobre os acidentes de trânsito baseados nos boletins de ocorrência constituem a principal fonte de informações para a caracterização da segurança viária e a definição de ações mitigadoras. É importante ressaltar, no entanto, que essas informações não refletem exatamente a realidade pelos motivos a seguir expostos:

- Sub-registro de acidentes – Muitos dos acidentes não são informados à Polícia. Em muitos países, incluindo o Brasil, a Polícia somente se dirige ao local do acidente e faz o registro do acidente quando há vítimas. Quando não há vítimas, somente se necessário para recebimento de seguro ou outro motivo relevante, os envolvidos comparecem a um Posto Policial para registrar o acidente (em alguns estados do país isso pode ser feito pela Internet). Mesmo no caso de acidentes com vítimas, quando os ferimentos são leves muitas vezes o evento não é registrado;
- Falhas no boletim de ocorrência – Mesmo no caso em que o boletim de ocorrência é preenchido no local por um policial, é frequente a existência de erros no preenchimento ou a ausência de informações relevantes. No caso em que o boletim é lavrado no posto policial com base no depoimento dos envolvidos, as falhas são, evidentemente, muito maiores;
- Erro de codificação – Este tipo de erro ocorre quando as informações constantes dos boletins de ocorrência são digitadas no banco de dados, em razão de descuido ou interpretação equivocada dos digitadores – que devem ser muito bem treinados para evitar que isso ocorra;
- Impossibilidade de identificar o local – A informação do local do acidente no boletim de ocorrência é muitas vezes incorreta ou imprecisa. Também o sistema de referência espacial utilizado no banco de dados pode ter imperfeições.

As informações relativas aos acidentes de trânsito podem, ainda, apresentar os seguintes problemas: demora na entrada das informações no banco de dados por falta de recursos humanos e/ou materiais e adulteração dos números e índices com fins escusos.

Também vale destacar que os boletins de ocorrência registram apenas as vítimas fatais ocorridas no local do acidente; algumas vezes também no transporte ou no hospital quando a morte ocorre antes do fechamento do boletim. O mesmo ocorre com as vítimas, que somente são apontadas se apresentarem sintomas no local. Em vista disso, para obter o número total de mortos em acidentes de trânsito é necessário recorrer às estatísticas do sistema de Saúde Pública, ou estimar esse valor mediante a aplicação de um fator multiplicativo sobre o número total de mortes ocorridas no local dos acidentes.

## 5.4 ÍNDICES DE ACIDENTES

Os números referentes à acidentalidade viária (acidentes, feridos e mortos), em uma interseção, trecho de via, rede de vias, cidade, município, região, estado, país, etc. são computados, comumente, no período de um ano.

Na avaliação da segurança viária são importantes o número absoluto de acidentes, de feridos e de mortos e os índices (taxas) que relacionam esses valores com outros parâmetros (população, frota de veículos, volume de tráfego, extensão da via, quantidade de transporte expressa em veículo x quilômetro ou passageiro x quilômetro, etc.). Os índices possibilitam comparar de maneira apropriada a acidentalidade viária entre locais distintos com características similares, bem como com outras causas de ferimentos e mortes, como doenças, homicídios, etc.

Os índices (taxas) relativos à acidentalidade no trânsito são obtidos pelo quociente entre a quantidade de acidentes, de feridos, ou de mortos e a população, frota de veículos, volume de veículos, extensão da via e quantidade de transporte expressa em veículo x quilômetro ou passageiro x quilômetro.

Os principais índices referem-se aos acidentes no total, acidentes sem vítimas (somente com danos materiais), acidentes com vítimas (feridos ou mortos), acidentes com vítimas não fatais (somente feridos), acidentes com vítimas fatais (somente mortos), vítimas no total (feridos e mortos), vítimas não fatais (somente feridos) e vítimas fatais (somente mortos), sendo expressos, como referido, por habitante, por veículo da frota, por veículo que passa na via ou dispositivo viário, por quilômetro de via, por veículo x quilômetro ou por passageiro x quilômetro.

Para evitar que os valores dos índices resultem significativos apenas com muitas casas decimais, os índices são usualmente referidos a 10.000 (dez mil), 100.000 (cem mil), 1.000.000 (um milhão), ou outro valor conveniente de unidades (habitantes, veículos, veículos que passam na via ou dispositivo, quilômetros de via, veículo x quilômetro ou passageiro x quilômetro).

Para calcular os índices de acidentes e vítimas é utilizada a seguinte expressão:

$$I = \frac{N}{Q}$$

sendo, I: índice (taxa) de acidentes ou vítimas, N: número de acidentes ou vítimas no período, Q: população, frota de veículos, volume de tráfego, extensão da via, quantidade de transporte expressa em veículo x quilômetro ou passageiro x quilômetro no mesmo período.

A quantidade de transporte em um espaço geográfico (país, estado, município, cidade, via, etc.) é determinada pela expressão:

$$Q = FxD$$

sendo, Q: quantidade de transporte realizada no período (veíc x km/unidade de tempo ou pass x km/unidade de tempo), F: frota (veíc) e D: distância média percorrida por veículo no período (km/unidade de tempo). O usual é utilizar períodos de um ano.

Para calcular o índice (taxa) de acidentes em um ponto (interseção ou trecho de via com pequena extensão) em relação ao volume de tráfego, é empregada a seguinte expressão:

$$T = \frac{Nx10^6}{PxV}$$

sendo, T: índice de acidentes (acid/milhão de veíc), N: número de acidentes no ponto no período P (acid), P: período de tempo (dias), V: volume diário médio anual de veículos (VDM) que passa no ponto,  $10^6$ : fator para que a taxa de acidentes resulte em acidentes por cada milhão de veículos que passam.

Para calcular o índice de acidentes em um trecho de via é utilizada a seguinte expressão:

$$T = \frac{Ax10^6}{PxVxE}$$

sendo, T: taxa de acidentes (acid/milhão de veíc.km), A: número de acidentes no trecho no período P (acid), P: período de tempo (dias), V: volume diário médio anual de veículos (VDM) que passa no trecho, E: extensão do trecho (km),  $10^6$ : fator para que a taxa de acidentes resulte em acidentes por cada milhão de veículo x quilômetro que percorre o trecho.

As duas expressões anteriores também podem ser utilizadas para determinar o índice (taxa) de vítimas (total, feridos ou mortos) em um ponto ou trecho de via.

Outro índice utilizado nos estudos de segurança viária é o índice de motorização da área geográfica (país, estado, região ou município), que pode ser determinado pela expressão:

$$I_m = \frac{F}{P}$$

sendo,  $I_m$ : índice de motorização, F: frota (veíc) e P: população (hab). Esse índice

é usualmente expresso em veículos por 100 ou por 1000 habitantes.

Os índices de acidentes (mortos ou feridos) em relação à população e à frota estão relacionados mediante a seguinte expressão:

$$I_p = I_f \times I_m$$

sendo,  $I_p$ : índice de acidentes em relação à população (acid/hab),  $I_f$ : índice de acidentes em relação à frota (acid/veíc),  $I_m$ : índice de motorização (veíc/hab).

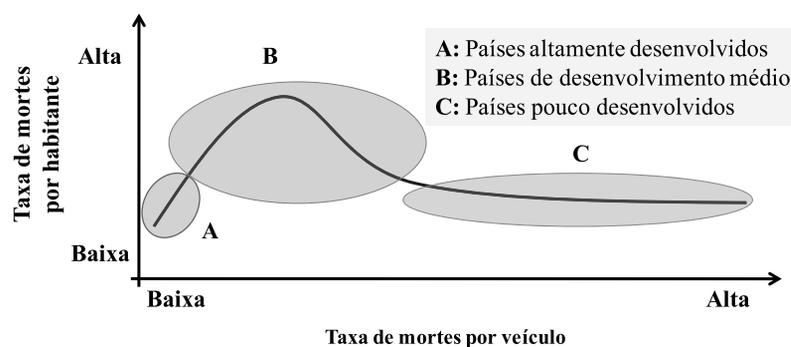
## 5.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ÍNDICES

O índice de motorização, que corresponde à taxa de veículos por habitante, retrata, em grande medida, o nível de desenvolvimento econômico e social de um país, estado, município, região, etc. Sendo o veículo automotor (carro, motocicleta, etc.) um bem de consumo desejado pela maioria da população, a relação entre a quantidade de veículos e a população expressa o quanto as pessoas estão podendo satisfazer esse desejo — o que, evidentemente, guarda relação direta com a renda *per capita* e a distribuição da renda na sociedade (valores que expressam o grau de desenvolvimento econômico e social).

O índice de mortes por habitante mede o impacto negativo da acidentalidade viária na sociedade. Essa taxa permite comparar o risco de morte no trânsito com os riscos advindos de outras causas, como os vários tipos de doenças, catástrofes, homicídios, acidentes no trabalho, etc. O conhecimento dos riscos de morte associados às diversas causas constitui informação relevante para a definição de prioridades na política de Saúde Pública.

O índice de mortes por veículo é mais indicado para medir a segurança no trânsito, pois o índice de mortes por habitante é bastante influenciado pela taxa de motorização: quanto maior a taxa de motorização (que guarda estreita relação com o grau de exposição ao risco no trânsito) maior o número de mortes no trânsito.

O emprego do número de habitantes como medida do risco de morte no trânsito tende a resultar em uma posição mais favorável para países com menores taxas de motorização. A Figura 5.1 ilustra este fato, mostrando a relação entre os índices de mortes por habitante e por veículo conforme o estágio de desenvolvimento do país.



**Figura 5.1 – Comparação das taxas de mortes por população e frota de veículos. Fonte: Thagesen<sup>46</sup>.**

Nos países pouco desenvolvidos, o índice de mortes por habitante é baixo, em razão da taxa de motorização ser pequena, e o índice de mortes por veículo é alto, pois a preocupação com a segurança é pequena — o interesse prioritário é o desenvolvimento econômico. Nos países desenvolvidos, os índices de mortes por habitante e por veículo são pequenos, apesar da taxa de motorização ser elevada, pois é grande a preocupação com a segurança. Nos países em desenvolvimento, a taxa de motorização tem valor intermediário, o índice de mortes por habitante maior valor e o índice de mortes por veículo valor intermediário.

O parâmetro mais apropriado para medir a segurança no trânsito é o índice de mortes por quilômetro percorrido pela frota de veículos (veículos–quilômetro percorridos), ou, conforme o caso, por quilômetro percorrido pelas pessoas (passageiros–quilômetros percorridos), pois a distância percorrida é que efetivamente mede a exposição ao risco. Esse índice é que melhor expressa o risco de morte nas viagens pelas rodovias e vias urbanas de um país, estado, município, etc., podendo, inclusive, ser desagregado por modo de transporte – o que permite avaliar o risco relativo de morrer ao viajar por um ou outro tipo de veículo.

A quilometragem percorrida em um dado período de tempo (usualmente um ano) pela frota de veículos é normalmente estimada mediante o produto do número de veículos pela distância média anual percorrida por cada veículo — que é estimada com base em pesquisa por amostragem ou no consumo total de combustível, com o cálculo desagregado por tipo de veículo e os resultados somados para se obter o valor total. Para obter o número anual de passageiros–quilômetro deve-se multiplicar o número de veículos–quilômetro pela taxa de ocupação média dos diversos tipos de veículos. No caso das viagens realizadas a pé, a estimativa somente pode ser feita mediante pesquisa por amostragem.

O risco de morte ao passar por um ponto da via é comumente medido em relação ao volume de tráfego (mortes/veículo). Esse risco também pode ser avaliado em relação à quantidade de ocupantes dos veículos que passam, ou

mesmo em relação à quantidade total de pessoas que passam incluindo pedestres.

O risco de morte ao percorrer um trecho de via é usualmente medido em relação ao volume de tráfego (mortes/veículo), à extensão do trecho (mortes/km) ou à quantidade de tráfego expressa em veíc x km ou pass x km. Os dois últimos índices são os mais adequados.

As mesmas considerações válidas para a taxa de mortes aqui colocadas podem ser estendidas às taxas de acidentes, de vítimas, etc.

A comparação das taxas (de mortes, acidentes e vítimas) entre diferentes espaços geográficos, vias, interseções, tipos de veículos, etc. permite avaliar o nível de segurança relativo e orientar a definição de planos/projetos visando à redução da acidentalidade.

## 5.6 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS LOCAIS CRÍTICOS

Na análise da distribuição dos acidentes no espaço, uma questão básica é o critério a ser utilizado na identificação e classificação (comparação relativa) dos locais críticos (interseções, trechos de vias, áreas ou lugares com características similares). Alguns parâmetros que podem, a princípio, ser empregados para isso são: número de acidentes, índice de severidade, custo dos acidentes, taxa de acidentes, taxa de severidade, etc.

O emprego do número total de acidentes sem diferenciação da gravidade significa considerar equivalentes acidentes sem vítimas (com apenas danos materiais), com vítimas e com vítimas fatais. Assim, por exemplo, um local com 8 acidentes sem vítimas seria mais crítico que outro que teve 7 acidentes com vítimas fatais. Em razão dessa grave distorção, esse critério não expressa adequadamente a dimensão da acidentalidade viária em um local.

O mais indicado é empregar o índice de severidade, que é obtido mediante a atribuição de pesos distintos aos acidentes conforme a gravidade.

A seguinte expressão é utilizada na determinação do índice de severidade:

$$S = 1xD + P_V x V + P_F x F$$

sendo, S: índice de severidade; D, V e F: número de acidentes sem vítimas (apenas com danos materiais), com vítimas não fatais e com vítimas fatais, respectivamente; P<sub>V</sub> e P<sub>F</sub>: pesos atribuídos aos acidentes com vítimas não fatais e com vítimas fatais, respectivamente (para os acidentes sem vítimas é atribuído peso igual a 1).

A dificuldade no emprego desse critério reside na definição dos valores dos pesos a serem atribuídos, que devem expressar o quanto as consequências dos acidentes com vítimas não fatais e com vítimas fatais são piores que as relativas aos acidentes sem vítimas (apenas com danos materiais).

O custo dos acidentes é avaliado considerando os números de acidentes desagregados em função da severidade (sem vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais) e os custos unitários associados a cada um desses tipos, conforme a seguinte expressão:

$$C = C_D \times D + C_V \times V + C_F \times F$$

sendo, D, V e F: número de acidentes com apenas danos materiais, com vítimas não fatais e com vítimas fatais, respectivamente;  $C_D$ ,  $C_V$  e  $C_F$ : custo médio dos acidentes sem vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais, respectivamente.

No Brasil, podem ser utilizados os custos unitários obtidos nos estudos do IPEA<sup>10</sup> e IPEA<sup>11</sup>, que são os seguintes (valores atualizados para o ano de 2012):

- Cidades:  $C_D = R\$5.461,00$ ;  $C_V = R\$29.231,00$  e  $C_F = R\$241.320,00$ ;
- Rodovias:  $C_D = R\$23.866,00$ ;  $C_V = R\$121.925,00$  e  $C_F = R\$592.873,00$ .

Os valores unitários dos custos associados aos diversos tipos de acidentes podem ser utilizados como referência na determinação dos pesos para o cálculo do índice de severidade. Para isso basta proceder ao cálculo das relações entre os custos unitários relativos aos acidentes com vítimas não fatais e com vítimas fatais e aquele referentes aos acidentes sem vítimas. Utilizando os valores dos custos unitários obtidos nos estudos do IPEA resultam os seguintes valores:

- Cidades:  $P_V = 5$ ;  $P_F = 44$ ; ou seja:  $S = 1xD + 5xV + 44xF$
- Rodovias:  $P_V = 5$ ;  $P_F = 25$ ; ou seja:  $S = 1xD + 5xV + 25xF$

O problema de utilizar esse procedimento reside no fato de que as circunstâncias que levam aos acidentes fatais são similares àquelas que produzem acidentes com vítimas não fatais, sendo a ocorrência de vítimas fatais um evento aleatório (ao acaso). Em razão disso, dar um grande peso aos acidentes com vítimas fatais, como acontece quando se utilizam como referência os custos unitários, pode levar a valores do índice de severidade que não expressam adequadamente a dimensão da acidentalidade viária em termos de risco. Isso também se aplica aos acidentes com vítimas em relação àqueles sem vítimas (apenas com danos materiais). Essa crítica também vale para o caso do emprego do custo dos acidentes como critério de medida da acidentalidade viária.

Em vista disso, é mais indicado utilizar pesos menores do que aqueles obtidos mediante a comparação dos custos unitários. Esse procedimento pragmático é, no entanto, arbitrário, pois não há base para definir os pesos a serem empregados.

No Brasil, estudo do DENATRAN<sup>47</sup> preconiza os seguintes pesos e respectiva expressão para determinação do índice de severidade:

$$S = 1xD + 5xV + 13xF$$

sendo, S: índice de severidade; D, V e F: número de acidentes sem vítimas (com apenas danos materiais), com vítimas não fatais e com vítimas fatais, respectivamente.

Nos casos em que se considerar relevante dar um maior peso aos acidentes com pedestres como vítimas, DENATRAN<sup>47</sup> sugere o emprego da seguinte expressão alternativa para a determinação do índice de severidade:

$$S = 1xD + 4xV + 6xP + 13xF$$

sendo, S: índice de severidade; D, V, P e F: número de acidentes sem vítimas, com vítimas não fatais ocupantes de veículos, com vítimas não fatais pedestres (atropelamentos) e com vítimas fatais, respectivamente.

Os resultados fornecidos pelas duas expressões são próximos, sendo a primeira mais simples de empregar e a segunda dando maior valor aos acidentes envolvendo pedestres.

Os pesos propostos pelo DENATRAN para a determinação do índice de severidade foram obtidos baseados nos custos dos distintos tipos de acidentes estimados à época dos estudos realizados, que são bastante diferentes dos valores estimados nos estudos do IPEA (mais próximos da realidade atual). No entanto, como a diferença de pesos dos acidentes com vítimas fatais e não fatais é menor, à luz das considerações feitas anteriormente os valores dos pesos estabelecidos nas expressões do DENATRAN expressam melhor a dimensão da acidentalidade em termos de risco.

No estudo do DENATRAN<sup>47</sup> é utilizado o termo unidade padrão de severidade (UPS) para expressar a unidade de medida do índice de severidade. Por exemplo,  $S = 104$  UPS.

Também pode ser utilizado o conceito de taxa de severidade dos acidentes, obtida mediante o quociente do índice de severidade pelo volume de tráfego (UPS/veíc), extensão da via (UPS/km) ou quantidade de transporte (UPS/veíc x km ou UPS/pass x km).

Pelas mesmas razões já mencionadas, a taxa de severidade dos acidentes expressa mais adequadamente a acidentalidade viária em um local.

As discussões até aqui feitas apontam os critérios índice de severidade e taxa de severidade como os mais adequados para serem utilizados no processo de identificação e classificação dos locais críticos. Na utilização do índice de severidade, o resultado é bastante influenciado pelo número total de acidentes, o que tem as seguintes consequências: as ações mitigadoras implementadas têm maior potencial para reduzir o número e o custo dos acidentes e o foco será dirigido para os locais de maior tráfego onde é maior o número de acidentes — em consequência, onde também é maior a pressão da população por ações mitigadoras. Na utilização da taxa de severidade, são identificados os locais onde efetivamente há algo incomum

que leva aos acidentes, e não apenas um elevado volume de tráfego. Isso pode levar a seleção de locais com baixo volume de tráfego e poucos acidentes e, assim, as ações implementadas levam à redução de um menor número de acidentes. Como estes dois critérios apresentam pontos positivos, alguns órgãos utilizam uma combinação de ambos.

Além dos critérios aqui apresentados, existem outros que utilizam procedimentos estatísticos mais elaborados, mas que não cabe tratar nesta publicação.

Na prática, contudo, o emprego do índice de severidade na identificação e classificação dos locais críticos é plenamente satisfatório. Nesse sentido, recomenda-se o emprego da expressão simples proposta pelo DENATRAN<sup>47</sup>, que considera em conjunto as vítimas não fatais — sejam ocupantes de veículos ou pedestres.

## **5.7 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS DE ACIDENTES**

As informações sobre os acidentes de trânsito constantes dos boletins de ocorrência, que se encontram no banco de dados dos órgãos municipais ou rodoviários regionais, devem ser processadas/sistematizadas e analisadas para que possa ser elaborado um diagnóstico da acidentalidade viária e desenvolvidos planos/projetos visando à redução dos acidentes, dos feridos e dos mortos no trânsito, no espaço geográfico considerado.

O processo de processamento/sistematização e análise dos dados tem por objetivo a quantificação da acidentalidade viária numa cidade ou numa rodovia e a identificação das características mais comumente presentes nos acidentes.

A identificação das características mais frequentemente presentes nos acidentes (características críticas) é realizada mediante a totalização dos acidentes que apresentam a mesma característica no tocante à gravidade, local, período do dia (de dia, à noite, ao amanhecer, ao entardecer, etc.), dia da semana (sábado, domingo, etc.), datas de feriados importantes e prolongados (carnaval, natal, páscoa, etc.), tipo de acidente (colisão frontal, colisão transversal, choque, atropelamento, etc.), tipo de lugar (passagens ferroviárias em nível, semáforos, curvas fechadas, pontes estreitas, etc.), tipo de veículo envolvido (motocicleta, carro, caminhão, ônibus, etc.), tipo de condutor (jovem, idoso, etc.), tipo de pedestre (criança, idoso, etc.), condições ambientais (tempo bom, com chuva, com neblina, com fumaça, etc.), fator de risco presente (velocidade excessiva, condutor alcoolizado, pedestre alcoolizado, condutor jovem, condução perigosa, desrespeito à sinalização, não uso de equipamento de segurança, chuva forte, ofuscamento, etc.).

Para identificar a natureza dos acidentes que mais ocorrem também é muito útil a totalização dos acidentes que envolvem a associação de duas ou mais características comuns. As possibilidades são inúmeras, como, por exemplo: local e período do dia; local e severidade, local e fator de risco especificado, local e dia da semana; dia da semana e fator de risco especificado; dia da semana, fator de risco específico e tipo de condutor; local, dia da semana, tipo de condutor e fator de risco

especificado; área da cidade, período do dia, tipo de condutor e tipo de veículo, etc.

Seguem alguns exemplos de informações relevantes que resultam do tratamento e análise dos dados dos acidentes: locais críticos, usuários críticos, eventos críticos (shows, rodeios, espetáculos esportivos, bailes, etc.), datas críticas (feriados prolongados, carnaval, natal, etc.), horas críticas, etc.

Em especial, é de grande importância a identificação dos locais onde é maior a concentração de acidentes (locais críticos). De maneira geral, podem ser identificadas as seguintes situações: concentração de acidentes em um ponto bem definido, que pode ser uma interseção ou trecho de via com pequena extensão (denominados de pontos críticos ou pontos negros); concentração ao longo de um trecho de via (trecho crítico); concentração em uma determinada área (área crítica); concentração em lugares com características similares (cruzamentos ferroviários em nível, faixas de travessias de pedestres, semáforos, etc.) localizados numa região da cidade, de uma rodovia, etc.

Atualmente, a tarefa de análise da acidentalidade no trânsito é bastante facilitada com a utilização de sistemas informatizados que incluem Sistema de Informação Geográfica-SIG (*Geografic Information System-GIS*), para o mapeamento dos acidentes no espaço — o que exige a existência de arquivo com mapa digitalizado da cidade ou rodovia.

A caracterização espacial dos acidentes num sistema SIG depende da forma de identificação do local no boletim de ocorrência do acidente e no mapa digital (que devem ser vinculadas). Nas áreas urbanas, o modo mais simples é identificar o local do acidente assinalando o nome da via onde ocorreu seguido do nome de outra via se foi numa interseção, ou dos nomes das vias transversais anterior e posterior se foi num meio de quadra. Outra forma, mais trabalhosa na montagem do mapa digital, mas que fornece uma localização mais precisa, é associar o local do acidente com o nome da via e o número do imóvel mais próximo.

No caso das rodovias, o usual é identificar o local fornecendo o quilômetro aproximado com precisão de 100m (por exemplo, km 203+400m).

Alguns órgãos do país já utilizam o sistema *GPS (Geografic Position System - Sistema de Posicionamento Geográfico)* para a identificação do local do acidente, mediante a leitura das coordenadas espaciais em um aparelho *GPS* no local de ocorrência do evento.

Os sistemas de informação geográfica permitem gerar distintos mapas temáticos (mapas com a localização dos locais críticos associados a uma ou mais características dos acidentes previamente selecionadas), proporcionando, assim, uma visualização clara da distribuição espacial dos acidentes com características semelhantes. Com isso é possível associar aos diversos locais críticos assinalados no mapa as características mais comumente presentes nos acidentes, facilitando a identificação da natureza dos mesmos acidentes e a definição de ações mitigadoras.

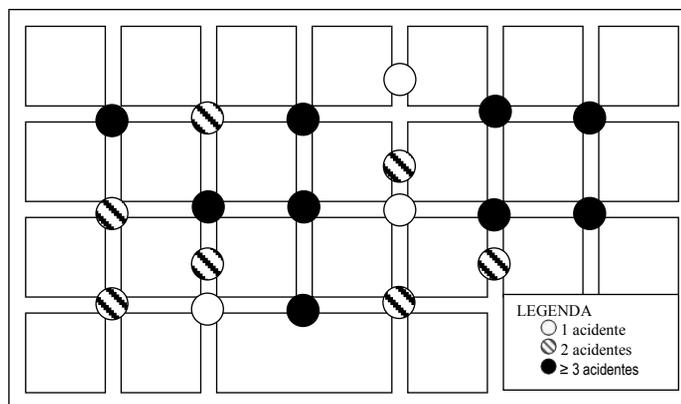
A título de exemplo, na Tabela 5.1 estão indicados os totais dos acidentes com vítimas (fatais e não fatais), bem como as respectivas porcentagens em relação ao total, associados com uma ou mais características comuns dos acidentes críticos

ocorridos em uma cidade nos últimos três anos.

**Tabela 5.1 – Quantidades absolutas e relativas dos acidentes em uma cidade.**

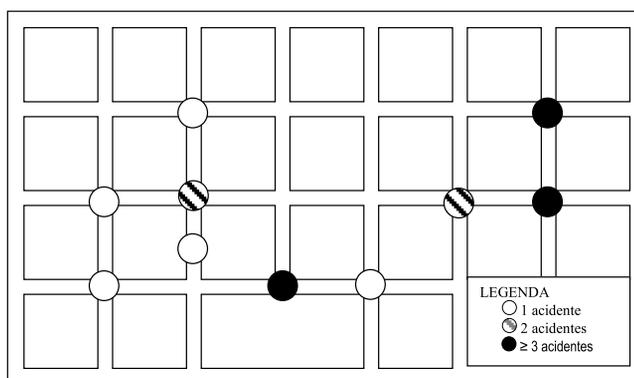
Discriminação	Total	% em relação aos acidentes com vítimas
Acidentes com vítimas (fatais e não fatais)	2000	100
Acidentes com vítimas fatais	100	5
Acidentes com vítimas envolvendo motocicleta	800	40
Acidentes envolvendo condutores alcoolizados	600	30
Acidentes envolvendo alta velocidade	700	35
Acidentes envolvendo motocicletas e alta velocidade	500	25
Acidentes envolvendo motocicletas, condutores alcoolizados e alta velocidade	30	15

Nas Figuras 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6 são mostrados exemplos de mapas temáticos relativos aos acidentes ocorridos em uma região de uma cidade nos últimos três anos.



**Figura 5.2 – Mapa de área da cidade com a localização de todos os acidentes com vítimas.**





**Figura 5.6 – Mapa da mesma área com a localização de todos os acidentes com vítimas envolvendo alta velocidade.**

Somente após a identificação dos locais críticos e da natureza dos acidentes críticos (aqueles que mais ocorrem, considerando uma característica individual ou a associação de duas ou mais delas) é que se deve proceder à definição das ações a ser efetivadas visando à redução da quantidade e da severidade dos acidentes.

## **5.8 INVESTIGAÇÃO DOS ACIDENTES NOS LOCAIS CRÍTICOS**

No caso da definição do tipo de tratamento nos locais críticos deve-se investigar a natureza dos acidentes predominantes para encontrar as medidas mais apropriadas visando não apenas eliminar ou reduzir ao máximo os acidentes típicos, mas, também, evitar que com a intervenção outras formas de acidentes passem a ocorrer ou aumentem em quantidade e/ou severidade. Esse processo investigativo deve compreender as seguintes ações: análise da descrição dos acidentes constantes dos boletins de ocorrência, consulta a moradores e trabalhadores do local, entrevistas com usuários (incluindo pessoas envolvidas em acidentes no local) e pesquisas/levantamentos de campo. Algumas vezes podem ser necessárias informações adicionais, tais como: perfil das velocidades, volume de tráfego, tipo e quantidade de manobras de conversão, análise de conflitos de tráfego, etc.

A investigação no campo deve ser feita nas condições predominantes em que ocorrem os acidentes (durante o dia, à noite, com chuva, etc.) e o técnico deve dirigir e andar no local executando todas as manobras possíveis, visando identificar os fatores que podem estar contribuindo para a ocorrência dos acidentes.

Também é possível filmar o trânsito no local para posterior análise detalhada. De acordo com Ministério dos Transportes (MT<sup>48</sup>) e Gold<sup>49</sup>, três ferramentas úteis no processo de investigação detalhada da natureza dos acidentes em um local

crítico são o quadro (matriz) de acidentes, o diagrama de acidentes e o diagrama das condições do local.

O quadro de acidentes é usualmente constituído de oito colunas (podendo ser simplificado com a utilização de um menor número de colunas) conforme descrito a seguir (MT<sup>48</sup>):

1. Identifica a ordem cronológica das ocorrências verificadas no período.
2. Indica a data da ocorrência.
3. Apresenta o número do Boletim de Ocorrência.
4. Indica o dia da semana, observando a seguinte convenção: 1–domingo, 2–segunda, 3–terça, 4–quarta, 5– quinta, 6–sexta e 7–sábado.
5. Indica a hora da ocorrência.
6. Identifica o tipo de acidente, observando a seguinte convenção: 1–colisão lateral, 2–colisão transversal, 3–colisão frontal, 4–colisão traseira, 5–choque, 6–capotagem, 7–tombamento, 8–engavetamento; 9–atropelamento, 10–outros.
7. Indica os tipos de veículos envolvidos, observando a seguinte convenção: 1–bicicleta, 2–motocicleta, 3–automóvel, 4–perua/micro-ônibus, 5–ônibus, 6–caminhão com dois eixos, 7–caminhão com três ou mais eixos, 8–outros. No caso de atropelamento, o pedestre deve ser indicado pelo código “0”.
8. Indica o tipo de severidade do acidente, observando a seguinte convenção: AVF–acidente com vítima fatal, ATR–acidente com ferido envolvendo pedestre, ACF–acidente com ferido sem envolvimento de pedestre e ADM–acidentes com apenas danos materiais.

Na Tabela 5.2 é mostrado exemplo de um quadro de acidentes.

## **DIAGRAMA DE ACIDENTES**

O diagrama de acidentes consiste na representação gráfica esquemática dos acidentes que ocorreram no local crítico durante o período de tempo analisado. Cada acidente é representado por um conjunto de setas, seguindo o padrão indicado nas Figuras 5.7 e 5.8.

Tabela 5.2 – Exemplo de quadro (matriz) de acidentes. Fonte: MT<sup>48</sup>.

Ordem (1)	Data (2)	Nº da ocorrência (3)	Dia da semana (4)	Hora (5)	Tipo de Acidente (6)	Veículos envolvidos (7)	Severidade (8)
1	02.01.97	00070	5	22:30	2	33	AMD
2	20.01.97	00366	2	18:30	1	33	ACF
3	22.01.97	00898	4	22:10	2	33	ADM
4	23.01.97	00869	5	07:10	4	33	ADM
5	31.01.97	00578	6	08:40	2	13	ACF
6	31.01.97	01255	6	17:30	4	33	ADM
7	01.03.97	02606	7	08:45	4	33	ADM
8	01.03.97	01203	7	12:40	4	33	ADM
9	07.03.97	01362	6	23:30	2	33	ACF
10	01.04.97	03833	3	23:00	2	33	ADM
11	03.04.97	03915	5	11:00	4	33	ADM
12	05.04.97	04095	7	16:30	2	23	ADM
13	09.04.97	02168	4	04:50	2	33	ACF
14	22.04.97	04935	3	07:30	4	03	ADM
15	24.04.97	02533	5	22:20	9	33	ACF
16	04.06.97	07060	4	02:00	2	25	ADM
17	08.06.97	03516	1	09:47	2	33	ACF
18	08.06.97	07264	1	13:30	2	33	ADM
19	08.06.97	07231	1	14:00	2	33	ADM
20	29.06.97	08299	1	16:00	4	33	ADM
21	13.08.97	05030	4	20:30	9	02	ATR
22	03.09.97	05469	4	11:15	9	03	ATR
23	09.09.97	05584	3	00:25	2	33	ADM
24	11.09.97	05626	5	01:00	2	33	ACF
25	29.09.97	12787	2	11:55	4	33	ADM
26	08.10.97	13598	4	17:45	4	33	ADM
27	08.10.97	13321	4	18:30	4	33	ADM
28	30.10.97	14482	5	19:00	4	33	ADM
29	06.11.97	14814	5	19:55	4	33	ADM
30	09.11.97	14956	1	16:45	2	33	ADM
31	09.11.97	14889	1	17:00	2	33	ADM
32	19.11.97	15530	4	16:00	4	33	ADM
33	27.11.97	7407	5	20:30	9	03	ATR
34	04.12.97	7558	5	07:00	2	35	ACF

SIGNIFICADO	SÍMBOLO
1. Veículo em Movimento 1.1) marcha a frente 1.2) marcha à ré	1.1) 1.2)
2. Veículo em Movimento 2.1) pista seca 2.2) pista molhada	2.1) 2.2)
3. Pedestre 3.1) indicando sentido de circulação 3.2) sentido de circulação ignorado 3.3) pedestre parado	3.1) 3.2) 3.3)
4. Pedestre 4.1) com Danos Materiais 4.2) com Ferido (s) 4.3) com Vítima (s) Fatal (is)	4.1) 4.2) 4.3)
5. Pedestre 5.1) Veículo Estacionado/ Parado 5.2) Poste 5.3) Semáforo 5.4) Árvore 5.5) Obras ou Obstáculos na via	5.1) 5.2) 5.3) 5.4) 5.5)

Figura 5.7 – Símbolos gráficos para a elaboração do diagrama de acidentes. Fonte: MT<sup>48</sup>.

Tipo de Acidente	Símbolo	Descrição
Colisão	a) b)	Frontal a) veículos em sentidos contrários b) um veículo em marcha ré
	a) b) c)	Traseira a) marcha à frente b) um veículo em marcha ré c) ambos veículos em marcha ré
	a) b)	Lateral a) veículos em sentido contrário b) veículos no mesmo sentido
	a) b)	Transversal a) em ângulo reto b) outros ângulos
Choque		Engavetamento
	a) b) c) d) e)	Com Objeto Fixo a) Veículo Estacionado/ Parado b) Poste c) Semáforo d) Árvore e) Obras ou Obstáculos na via
Atropelamento	a) b) c) d)	Atropelamento a) com a parte dianteira do veículo b) com a lateral do veículo c) com a traseira do veículo d) entre dois veículos
		Capotamento e Tombamento

Figura 5.8 – Formas de representação dos acidentes no diagrama de acidentes. Fonte: MT<sup>48</sup>.

A Figura 5.9 mostra exemplo de um diagrama de acidentes em uma interseção.

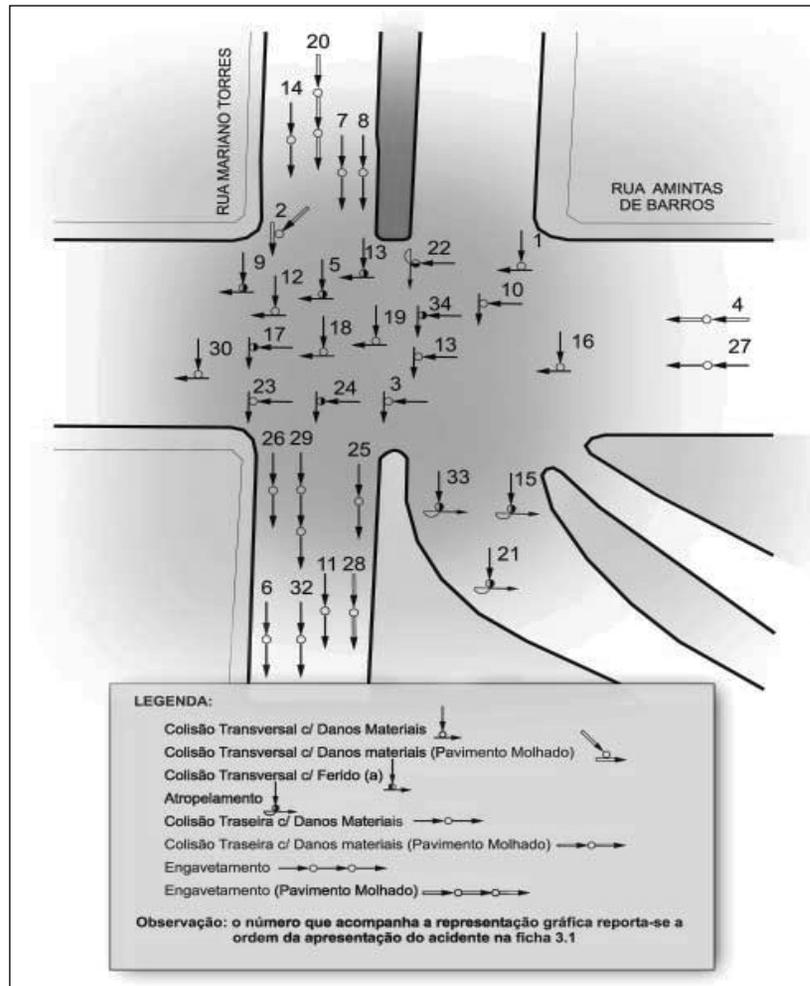


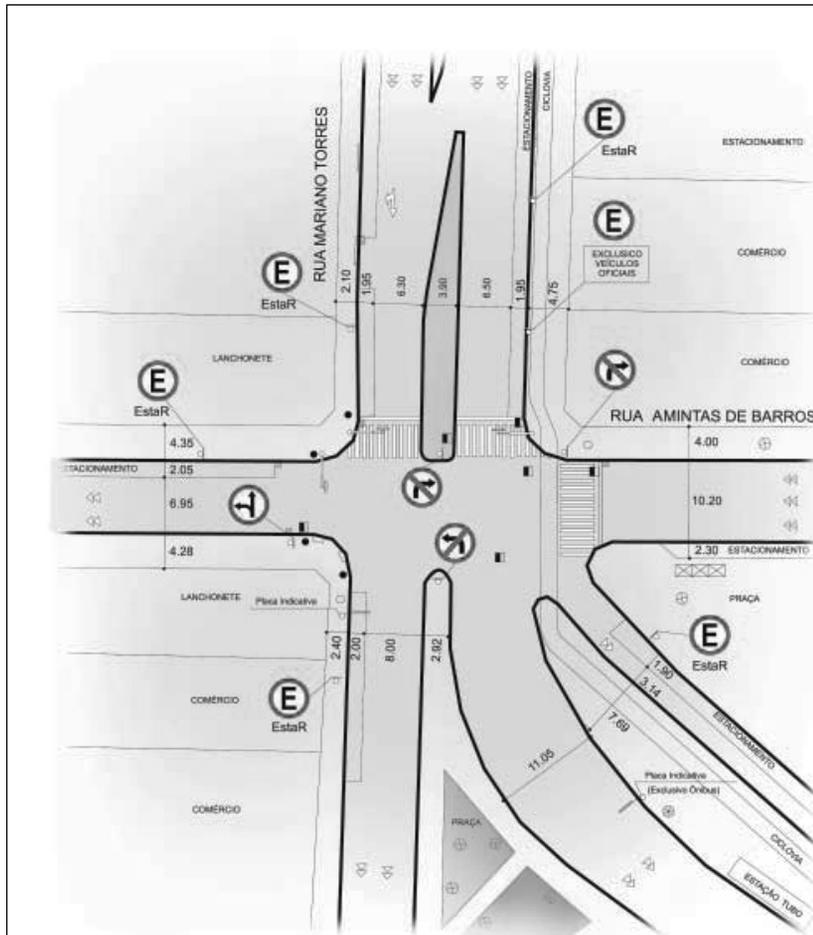
Figura 5.9 – Exemplo de um diagrama de acidentes. Fonte: MT<sup>48</sup>.

## DIAGRAMA DAS CONDIÇÕES LOCAIS

O diagrama das condições locais consiste em um croqui do local em estudo contendo informações do tipo: largura das pistas de rolamento, das calçadas e do canteiro central; dimensões das ilhas de refúgio de pedestres; localização

e dimensões das vagas de estacionamento e de ponto de táxi; localização, tipo e estado da sinalização existente; tipo e grau de conservação do pavimento; obstruções laterais; vegetação; localização de postes e de equipamentos urbanos presentes na área de influência; etc.

A Figura 5.10 mostra exemplo de um diagrama das condições do local.



**Figura 5.10 – Exemplo de um diagrama das condições do local. Fonte: MT<sup>48</sup>.**

O exame minucioso do quadro de acidentes, do diagrama de acidentes e do diagrama das condições do local permite identificar o padrão típico de acidentes, bem como a natureza dos mesmos, facilitando a definição do tipo de tratamento a ser implementado visando reduzir a acidentalidade.

## **5.9 ESTATÍSTICAS OFICIAIS DE ACIDENTES NO PAÍS**

### **SISTEMA SINET (ANTIGO)**

Com a finalidade de assegurar a organização e o funcionamento da estatística geral do trânsito no território nacional e disponibilizar as suas informações, o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), mediante a Portaria no 02/94 de 28/01/1994, instituiu o Sistema Nacional de Estatísticas de Trânsito – SINET.

Posteriormente, por intermédio da Portaria DENATRAN nº 59/00 de 15/09/2000, foi criado o Comitê de Gestão do SINET, cabendo a este órgão: planejar e operar o funcionamento do SINET; definir a padronização dos dados e informações a serem fornecidos pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Trânsito, responsáveis e competentes para elaborar estatísticas no âmbito de suas respectivas circunscrições; elaborar anualmente o manual de padronização dos registros e coleta de dados sobre acidentes de trânsito em nível nacional, com participação de todos os órgãos do Sistema Nacional de Trânsito – SNT, propondo alterações, complementações e atualizações que se fizerem necessárias; manter atualizadas as estatísticas de acidentes de trânsito; estabelecer diretrizes para o funcionamento do SINET nos Estados e Distrito Federal; coordenar e supervisionar a remessa de informações a serem fornecidas ao SINET; e cobrar tempestivamente dos órgãos responsáveis o envio das informações e dados previstos no SINET.

Alguns dos objetivos do SINET eram: produção de material de referência nacional para a produção, análise e interpretação de estatísticas sobre o trânsito; incremento da qualidade das estatísticas de trânsito nas esferas municipal, estadual e federal; interação vertical e horizontal entre os órgãos ligados ao trânsito; servir de subsídios para formulação, gestão e avaliação de políticas de segurança de trânsito nas três esferas de governo; conscientização das comunidades sobre a situação do trânsito; possibilitar comparação entre os índices de diversas localidades; e estabelecer de um canal para formação e aperfeiçoamento de profissionais de trânsito.

### **SISTEMA RENAEST (EM VIGOR)**

Por intermédio da Resolução nº 208 de 26/10/2006, o CONTRAN<sup>30</sup> estabeleceu as bases para a organização e o funcionamento do Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito – RENAEST, sob a coordenação do Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN e integrado pelos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito – SNT.

O RENAEST substituiu o Sistema Nacional de Estatísticas de Trânsito – SINET.

A Portaria do DENATRAN nº 82 de 16/11/2006, dispõe sobre a nomeação

e competências dos coordenadores do RENAEST.

O objetivo do RENAEST é atender a necessidade de implantação de uma base nacional de estatísticas de trânsito, que contemple uma sistemática para comunicação, registro, controle, consulta e acompanhamento das informações decorrentes da acidentalidade no trânsito nacional e suas consequências, e que subsidie a elaboração de estudos e pesquisas necessárias à melhoria da segurança viária no país.

O RENAEST é o sistema de registro, gestão e controle de dados estatísticos sobre acidentalidade no trânsito, estando integrado ao sistema de Registro Nacional de Veículos Automotores – RENAVAL, ao Registro Nacional de Condutores Habilitados – RENACH e ao Registro Nacional de Infrações – RENAINF.

Todos os órgãos responsáveis pelo trânsito em nível federal, estadual e municipal são integrados ao RENAEST. Um portal na Internet foi aberto pelo DENATRAN, fornecendo elementos referentes ao RENAEST e dados estatísticos.

O RENAEST tem por meta estabelecer metodologia de registro e análise de variáveis relativas à segurança viária e indicadores sobre a evolução da acidentalidade, com vistas à elaboração de estudos e pesquisas que possibilitem a tomada de decisões, a correta orientação e a aplicação de diferentes medidas e ações a serem adotadas pelos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito – SNT.

Os órgãos e entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal deverão integrar-se ao RENAEST para fins de fornecimento de dados devidamente homologados e dos dados referentes à acidentalidade regional e local, objetivando o registro das informações na base nacional. O DENATRAN estabelecerá os padrões necessários ao fornecimento das informações e dos dados ao RENAEST.

Para fins de consolidação dos dados no sistema informatizado, serão estabelecidas duas homologações: a primeira, em nível estadual, que será realizada pelos órgãos executivos de trânsito dos estados e do Distrito Federal, e a segunda, em nível federal, que será realizada pelo DENATRAN.

Os órgãos e entidades executivos de trânsito dos Municípios integrados ao Sistema Nacional de Trânsito – SNT, as polícias militares dos Estados e do Distrito Federal, e a Polícia Rodoviária Federal, deverão integrar-se ao RENAEST por meio do órgão ou entidade executivo de trânsito da unidade da Federação de sua circunscrição.

Os órgãos e entidades executivas de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, aos quais estarão integrados os demais órgãos em cada unidade da Federação, adotarão todas as medidas necessárias ao efetivo fornecimento dos dados sobre acidentalidade ao RENAEST.

Caberá ao DENATRAN: organizar e manter o RENAEST; desenvolver e padronizar os procedimentos operacionais do sistema; assegurar correta gestão do RENAEST; definir as atribuições operacionais dos órgãos e entidades integrados; cumprir e fazer cumprir a Resolução nº 208 de 26/10/2006 do CONTRAN<sup>30</sup> e as instruções complementares; estabelecer procedimentos para a integração dos

órgãos e entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal; arbitrar conflitos entre os órgãos e entidades integrados; e apresentar ao CONTRAN relatório semestral das informações obtidas pelo RENAEST.

## **FLUXO DE INFORMAÇÕES**

O fluxo de informações dos acidentes de trânsito no Brasil, previstos no SINET e mantidos no RENAEST, segue a seguinte rotina:

1. Registro do Acidente – Feito pelo agente da autoridade de trânsito, que anota as informações necessárias em documento próprio (boletim de ocorrência) enviando-o ao centro de coleta de dados da jurisdição do acidente.
2. Centro de coleta de dados municipal ou regional – Os centros de coleta de dados são locais destinados ao recebimento dos boletins de ocorrência. Todos os boletins de ocorrência devem ser encaminhados a um desses centros, que podem estar localizados no Batalhão da Polícia Militar, na Delegacia Civil, na Guarda Municipal ou na Polícia Rodoviária Federal. Os centros informatizados registram diariamente os acidentes e transferem os dados, no prazo de uma semana, para o Núcleo de Informática do estado.
3. Núcleo Estadual de Informática (DETRANs em nível estadual) – O núcleo de informática é o setor estadual encarregado de receber, criticar e processar os dados de acidentes de trânsito enviados pelos centros de coleta de dados. O núcleo de informática confere o recebimento de dados de todos os centros de coleta, providenciando para que nenhum centro deixe de enviá-los no prazo previsto.
4. DENATRAN em nível nacional – Recebe as informações e processa os dados em nível nacional.

## **5.10 QUESTÕES**

1. Qual o objetivo do registro, da constituição de banco de dados e do processamento/sistematização/análise das informações sobre os acidentes de trânsito?
2. No que consiste a quantificação da acidentalidade viária?
3. Quais as principais características associadas aos acidentes de trânsito? Como é feita a identificação das características mais comumente presentes nos acidentes (características críticas)?
4. Qual o significado do termo acidentes críticos?
5. Conceituar locais críticos no tocante à acidentalidade viária. Como eles são classificados do ponto de vista da abrangência do espaço geográfico?
6. Que informações devem orientar a definição de ações visando à redução da acidentalidade no trânsito? Em que âmbitos se situam essas ações?
7. A identificação dos locais críticos e da natureza dos acidentes críticos é suficiente

para a definição das ações mitigadoras em todos os casos? Caso negativo, citar a situação na qual são necessárias informações complementares e a forma de obtê-las.

8. Por que é importante acompanhar a variação dos números e dos índices associados à acidentalidade viária ao longo do tempo?
9. Qual a relevância dos planos e projetos visando à redução da acidentalidade viária serem feitos com base científica?
10. Quais os órgãos responsáveis pelo registro dos acidentes de trânsito no Brasil? Todos os acidentes são reportados à Polícia?
11. Quais as principais informações que devem constar dos boletins de ocorrência de acidentes?
12. Para que fins é utilizado o boletim de ocorrência de acidentes?
13. Escrever sobre a confiabilidade das informações contidas no banco de dados dos acidentes.
14. Os boletins de ocorrência registram todos os mortos e feridos nos acidentes de trânsito? Discorrer sobre o fato citando números?
15. Quais os principais índices relativos à acidentalidade viária? Com eles são calculados? Para que servem esses índices?
16. Qual a interpretação e a utilidade do índice de mortes por habitante? E do índice de mortes por veículo?
17. Qual o índice mais adequado para caracterizar a acidentalidade no trânsito de um país ou estado? Por quê?
18. Quais os critérios (parâmetros) que podem ser utilizados para a identificação dos locais críticos no que concerne à acidentalidade viária?
19. Conceituar índice de severidade relativo à acidentalidade no trânsito.
20. Por que é mais adequado utilizar o índice de severidade do que o número total de acidentes ou o custo total dos acidentes?
21. Qual o aspecto positivo do emprego do índice de severidade? E da taxa de severidade?
22. Quais são as expressões propostas pelo DENATRAN para o cálculo do índice de severidade? O que as distingue?
23. Por que a tarefa de análise da acidentalidade no trânsito é atualmente mais fácil do que no passado?
24. Quais as maneiras de identificar o local de ocorrência do acidente num sistema de informação geográfica?
25. Que tipos de mapas podem ser gerados num SIG? O que eles possibilitam?
26. Dê exemplos de informações relevantes que resultam do tratamento e análise dos dados dos acidentes.
27. Quais os procedimentos envolvidos na investigação detalhada da natureza dos acidentes predominantes nos locais críticos?
28. No que consiste o quadro (matriz) de acidentes, o diagrama de acidentes e o

diagrama das condições locais? Qual a utilidade dessas ferramentas?

29. Discorrer sobre os sistemas SINET e RENAEST.
30. Qual o fluxo de informações no sistema RENAEST?
31. Considere o caso de um país onde são verificados os seguintes valores: população = 20.000.000 hab, frota = 8.000.000 veíc, quilometragem média anual dos veículos = 5.000km, número anual de acidentes = 10.000 acid, número anual de acidentes com vítimas = 5000 acid, número anual de acidentes com vítimas não fatais = 4500, número de acidentes com vítimas fatais = 500, número anual de vítimas = 7000, número anual de feridos = 6200, número anual de mortos = 800. Pede-se determinar os seguintes valores: índice de motorização, índice anual de acidentes (total, sem vítimas, com vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais) em relação à população, em relação à frota e em relação à quantidade de tráfego e índice de vítimas (total, feridos e mortos) também em relação aos três parâmetros citados.
32. Suponha um cruzamento onde passam em média 12.000 veículos por dia e onde ocorrem anualmente os seguintes tipos de acidentes: 15 acidentes somente com danos materiais, 10 acidentes com feridos, 5 acidentes com feridos envolvendo pedestres e 3 acidentes com vítimas fatais. Pede-se determinar os seguintes valores: taxa de acidentes (total, sem vítimas, com vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais) em relação ao volume de tráfego. Quais os índices de severidade considerando as duas expressões propostas pelo DENATRAN?
33. Considere um trecho de via com  $L = 3,2$ km de extensão e  $VDM = 8.350$  veíc/dia, onde ocorrem anualmente os seguintes tipos de acidentes: 17 acidentes somente com danos materiais, 10 acidentes com feridos, 6 acidentes com feridos envolvendo pedestres e 2 acidentes com vítimas fatais. Pede-se determinar os seguintes valores: taxa de acidentes (total, sem vítimas, com vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais) em relação à extensão da via e à quantidade de tráfego. Quais os índices de severidade considerando as duas expressões propostas pelo DENATRAN?



# 6

## ENGENHARIA NA SEGURANÇA DO TRÂNSITO

### 6.1 INTRODUÇÃO

São vários os ramos da Engenharia que incluem atividades aplicadas ao trânsito. Entre eles podem ser destacados os seguintes: Engenharia Viária, Engenharia de Tráfego, Engenharia Automotiva e Engenharia Eletrônica.

A Engenharia Viária trata do projeto, construção e manutenção da infraestrutura viária, que é constituída das vias e obras de arte (pontes, viadutos, passarelas, trevos, rotatórias, túneis, etc.). Pode-se considerar que contempla a parte física (*hardware*) do sistema de movimentação de veículos e pedestres.

A Engenharia de Tráfego contempla o sistema de operação do trânsito, a sinalização de trânsito e a gestão da segurança viária – o que, de certa forma, corresponde ao programa operacional (*software*) do sistema de movimentação de veículos e pedestres.

A Engenharia Automotiva envolve conhecimentos de Arquitetura, Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica, Engenharia Eletrônica, Medicina (Ergometria, Traumatologia, etc.), etc. com vistas ao desenvolvimento do projeto e manutenção dos veículos, sob a ótica da segurança, conforto, desempenho, estética, custo, etc.

A Engenharia Eletrônica atua no desenvolvimento de dispositivos eletrônicos para o controle dos veículos e do tráfego, incluindo os sistemas denominados inteligentes que buscam aprimorar o desempenho dos veículos e dos dispositivos de controle do tráfego com base em informações detectadas automaticamente (sem intervenção humana).

O objetivo da Engenharia no trânsito é fazer com que o deslocamento de veículos e pedestres seja realizado de maneira racional, isto é, com segurança, rapidez/fluidez e comodidade.

A segurança é avaliada pelo número de acidentes. A meta é minimizar a frequência de ocorrência dos acidentes, principalmente dos mais graves. É importante perseguir o ideal de eliminar por completo os acidentes, em particular os graves.

A rapidez/fluidez está associada ao deslocamento com velocidades e esperas normais, sem excessiva lentidão ou congestionamentos. Em algumas situações é impossível evitar a ocorrência de congestionamentos, cabendo, contudo, à Engenharia utilizar todas as estratégias para minimizar a frequência e a amplitude dos mesmos.

A comodidade corresponde à existência de condições de deslocamento com conforto para condutores, passageiros e pedestres. Isso significa: vias e calçadas

(passeios) revestidas com superfícies regulares e em bom estado de conservação, faixas veiculares e passeios com largura adequada, raios de curva compatível com a velocidade da via ou dispositivo viário, cruzamentos com geometria e condições de operação adequadas, sinalização de trânsito apropriada, guias rebaixadas nas esquinas com vistas a proporcionar acessibilidade aos portadores de necessidades especiais, pessoas que empurram carrinhos ou têm dificuldade em subir degraus, facilidade de encontrar vaga para estacionamento relativamente próximo ao destino, etc.

Três aspectos importantes com relação ao planejamento e projeto do sistema viário e de trânsito são: economia, estética e impacto ambiental.

As soluções devem ser, tanto quanto possível, baratas, uma vez que os recursos econômicos são escassos. As obras viárias e a sinalização de trânsito devem estar integradas de forma harmônica com a paisagem urbana ou rural, apresentando uma estética adequada. Também é importante que as soluções não degradem o ambiente natural e o ambiente construído, uma vez que algumas obras viárias e o trânsito intenso podem trazer grandes prejuízos para as zonas residenciais, zonas históricas, áreas verdes, etc.

## **6.2 ENGENHARIA VIÁRIA**

A Engenharia Viária trata da elaboração do projeto, da construção e da manutenção e operação da infraestrutura viária (vias e obras de arte).

### **PROJETO DE VIAS E OBRAS DE ARTE**

O projeto da infraestrutura viária envolve o projeto geométrico da via, o projeto do pavimento e do acostamento, o projeto de drenagem, o projeto das obras de arte, o projeto dos dispositivos de contenção, etc.

### **PROJETO GEOMÉTRICO DA VIA**

No projeto geométrico da via são desenvolvidas as seguintes principais atividades:

- Definição do traçado em planta: extensão dos trechos retos (em tangente), extensão e raios das curvas horizontais, etc.
- Definição do perfil longitudinal: extensão e declividade dos trechos retos, extensão e raios das curvas verticais convexas e côncavas, etc.
- Compatibilização do traçado em planta com o perfil longitudinal para evitar situações de risco ou desconfortáveis para os usuários, etc.
- Definição da seção transversal: número de faixas, largura das faixas, largura do acostamento, tipo de acostamento, largura da faixa livre lateral, superelevação

(inclinação transversal nas curvas), superlargura (largura adicional nas curvas de raio pequeno), tipo de divisória central, etc.

A qualidade do projeto geométrico guarda relação direta com a segurança viária. Uma via com um projeto geométrico adequado apresenta uma quantidade de acidentes menor em relação a uma via com projeto inadequado.

## **PROJETO DO PAVIMENTO E DO ACOSTAMENTO**

O projeto do pavimento e do acostamento envolve a definição dos tipos de materiais a serem empregados, do dimensionamento da espessura das diversas camadas que compõem o pavimento e o acostamento, do tipo de rugosidade da superfície do pavimento, do processo construtivo, etc.

## **PROJETO DA DRENAGEM**

O projeto da drenagem trata da definição em planta e perfil dos elementos de drenagem, dos tipos de elementos a serem empregados, das dimensões dos elementos, etc. Um sistema de drenagem é fundamental para que mesmo sob chuva intensa não haja formação de poças de água na rodovia que poderia provocar o fenômeno da hidroplanagem. Do ponto de vista da segurança também é importante que os elementos de drenagem sejam transpassáveis, se situem longe da pista ou sejam protegidos com dispositivos de contenção apropriados.

## **PROJETO DAS OBRAS DE ARTE**

O projeto das obras de arte envolve o projeto arquitetônico (forma geométrica, aspecto visual, materiais a serem utilizados, etc.), o projeto estrutural (tipo e dimensionamento dos elementos estruturais) e o projeto construtivo (equipamentos e modo de realizar a obra).

## **PROJETO DOS DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO**

No projeto dos dispositivos de contenção são definidos o tipo e o local onde devem ser implantadas as barreiras de contenção lateral e os amortecedores de choque (dispositivos de contenção frontal).

As barreiras de contenção lateral têm por objetivo desviar a trajetória dos veículos que saem da pista de forma imprevista para que retornem à mesma com o mínimo de danos aos ocupantes, evitando, dessa forma, o choque perigoso com obstáculos situados na lateral da via.

Os dispositivos de amortecimento de choque visam reduzir os danos aos ocupantes no caso de choque frontal com elementos rígidos isolados situados ao

lado da via, como extremidade da parede de túneis, *guardrail* de pontes, junção em V de barreiras de contenção lateral, etc.

## **CONSTRUÇÃO DE VIAS, OBRAS DE ARTE E DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO**

A implantação dos projetos (construção das obras) engloba as seguintes principais ações por parte do poder público: desapropriações, licitações, fiscalização das obras, medição das obras, pagamentos às empresas construtoras, etc.

Por parte das empreiteiras, as seguintes principais ações podem ser citadas: dimensionamento e alocação de equipamentos e mão de obra, locação das obras e acompanhamento topográfico da execução, aquisição e transporte de materiais, implantação do canteiro de obras, execução dos serviços, etc.

## **MANUTENÇÃO DE VIAS, OBRAS DE ARTE E DISPOSITIVOS DE CONTENÇÃO**

A manutenção envolve a manutenção corretiva e a manutenção preventiva. A manutenção corretiva consiste no conserto dos problemas que vão aparecendo durante a vida útil da via, como tapamento de buracos, reconstrução de parte do pavimento ou de elementos de drenagem danificados devido à chuva intensa, reparação de dispositivos de contenção, etc.

A manutenção preventiva consiste na implementação de ações periódicas para evitar o aparecimento de problemas futuros, como recapeamento do pavimento, limpeza e pintura das obras de arte, etc.

## **OPERAÇÃO DE VIAS E OBRAS DE ARTE**

A operação diz respeito ao controle do tráfego, assistência ao usuário e medidas de gestão de incidentes na via. As ações de controle do tráfego podem ocorrer em tempo real, que exige o monitoramento contínuo do tráfego, ou serem planejadas (medidas de apoio a obras de manutenção, por exemplo). A assistência aos usuários consiste no auxílio no caso de avaria do veículo, cabines telefônicas para uso no caso da ocorrência de imprevistos, áreas de descanso com sanitários, socorro médico, etc. As medidas de gestão de incidentes na via são fundamentais para assegurar as condições de fluidez e segurança dos demais usuários no caso da necessidade de intervenções em razão de diversos tipos de acontecimentos (catástrofes climáticas, incidentes e acidentes de trânsito, etc.), assim como de garantir a segurança dos usuários e dos técnicos diretamente envolvidos nessas ações.

### 6.3 ENGENHARIA DE TRÁFEGO

As palavras tráfego e trânsito são empregadas na prática como sinônimas, ambas significando movimentação de veículos e pedestres. Assim, é indiferente falar em Engenharia de Tráfego ou Engenharia de Trânsito, embora a primeira forma seja a mais utilizada nos meios técnicos do país. A Engenharia de Tráfego trata, principalmente, do sistema de circulação e estacionamento, da sinalização de trânsito e da gestão da segurança no trânsito.

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro: *“Considera-se trânsito a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga”*.

#### SISTEMA DE CIRCULAÇÃO E ESTACIONAMENTO

O sistema de circulação e estacionamento envolve as seguintes principais atividades:

- Definição da hierarquia e sentido de percurso das vias;
- Forma de operação dos cruzamentos (pare, dê a preferência, semáforo, rotatória, passagem em desnível, etc.);
- Estabelecimento dos limites de velocidade nas vias;
- Definição dos locais para estacionamento e tipo (paralelo, em ângulo, com limitação de tempo, etc.);
- Horários de carga e descarga de caminhões;
- Proibição de circulação de determinados tipos de veículos em algumas vias ou faixas, durante todo o dia ou em determinadas horas;
- Aplicação de planos de circulação/estacionamento alternativos em razão de obras, eventos, dias atípicos, etc.;
- Implementação de ações físicas para reduzir a velocidade em locais críticos: lombadas, estreitamento de pista, chicanas, rotatórias, sonorizadores, etc.;
- Emprego de dispositivos automáticos de fiscalização da velocidade, como radares, detectores de avanço do sinal vermelho em semáforos, etc.;
- Estabelecimento de prioridade para o transporte público no sistema viário quando pertinente (faixas exclusivas, canaletas para ônibus, preferência nos semáforos, etc.);
- Preparação e aplicação de planos de operação emergenciais em casos de acidentes ou incidentes de diferentes naturezas que possam bloquear vias ou faixas de tráfego; etc.

## **SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO**

A sinalização de trânsito consiste num conjunto de elementos que fornecem informações aos usuários visando organizar e disciplinar a circulação de veículos e pedestres nas vias públicas. Constitui um dos mais importantes componentes do sistema de trânsito, pois por intermédio dela é feita a comunicação aos usuários (condutores e pedestres) sobre como utilizar de maneira adequada o sistema viário tendo em vista a segurança, eficiência e comodidade.

A sinalização de trânsito é classificada em vertical, horizontal, semafórica e dispositivos de sinalização auxiliar.

A sinalização vertical consiste de placas sustentadas por suportes adequados, e pode ser de regulamentação (cuja obediência é obrigatória), de advertência (que são avisos sobre situações existentes à frente que exigem maior atenção) e de indicação (informações de direções a serem seguidas, nomes das vias, mensagens educativas, etc.).

A sinalização horizontal ou de solo consiste de linhas, símbolos e legendas, de tipos e cores diversas, colocadas no pavimento. Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres, controlando e orientando os deslocamentos e, assim, complementando a sinalização vertical de regulamentação, advertência, indicação ou semafórica, tornando mais eficiente e segura a operação das vias. A vantagem da sinalização horizontal é apresentar, em comparação com a sinalização vertical, maior visibilidade, pois se localiza no centro do campo visual do condutor; também relevante é o fato de transmitir mensagens sem desviar a atenção do motorista da pista.

A sinalização semafórica consiste de luzes que são acesas ou apagadas para orientar a passagem de veículos e pedestres em cruzamentos e outros locais.

Os dispositivos de sinalização auxiliar são elementos utilizados para aumentar a visibilidade da sinalização ou de obstáculos à circulação, como, por exemplo: tachas, tachões, sonorizadores, marcadores de alinhamento, cones, etc.

## **GESTÃO DA SEGURANÇA**

A gestão da segurança viária envolve as seguintes principais atividades: quantificação e qualificação da acidentalidade, definição de ações visando à redução do número e da severidade dos acidentes de trânsito, tratamento de locais críticos, aplicação de técnicas de conflitos de tráfego, realização de auditoria de segurança viária, monitoramento da acidentalidade, etc.

## **QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS ACIDENTES**

A quantificação dos acidentes consiste na obtenção de valores acerca da

acidentalidade viária em um determinado espaço geográfico (país, estado, rodovia, município, cidade, área da cidade, via, interseção, etc.). A qualificação consiste na identificação da natureza dos acidentes predominantes, ou seja, das características mais comumente presentes e que são denominadas características críticas.

Essa atividade envolve a digitação das informações contidas nos boletins de ocorrência da polícia, a constituição de banco de dados e o processamento/sistematização/análise das informações.

O acompanhamento do comportamento da acidentalidade ao longo do tempo é denominado monitoramento.

### **DEFINIÇÃO DAS AÇÕES MITIGADORAS**

Conhecida a natureza dos acidentes predominantes é feita a definição das ações a serem implementadas visando reduzir a quantidade e a severidade dos mesmos, seja no âmbito da Engenharia, Educação, Esforço Legal, Medicina, Psicologia, etc.

A identificação dos locais críticos e da natureza dos acidentes predominantes (considerando uma característica individual ou a associação de duas ou mais delas) é que vai determinar quais tipos de ações mitigadoras devem ser colocadas em prática.

### **TRATAMENTO DE LOCAIS CRÍTICOS**

O tratamento dos locais críticos consiste na definição e na implementação de ações visando corrigir problemas no sistema viário que contribuem para a ocorrência de um elevado número de acidentes num mesmo local (local crítico).

Para a definição do tipo de tratamento nos locais críticos deve-se investigar mais detalhadamente a natureza dos acidentes predominantes para encontrar a medida mais apropriada, visando não apenas eliminar ou reduzir ao máximo os acidentes típicos como evitar que com a intervenção outras formas de acidentes passem a ocorrer ou cresçam em quantidade/severidade.

### **TÉCNICAS DE CONFLITO DE TRÁFEGO**

Denomina-se conflito de tráfego, numa visão abrangente, uma interação anormal entre dois veículos, entre um veículo e um ou mais pedestres, ou entre um veículo e um elemento da via (guia, sinal de trânsito, obstáculo, etc.), que certamente conduziria a um acidente se não houvesse por parte de um ou mais usuários uma manobra evasiva (freada brusca, desvio brusco de trajetória ou aceleração brusca). Dessa forma, um conflito pode ser considerado um quase acidente.

Diversos estudos realizados mostram que, quase sempre, existe uma forte correlação entre os conflitos de tráfego (quase acidentes) e os acidentes, tanto em gênese (fatores causadores) como em número, pois uma parte dos conflitos resulta em acidentes. Essa constatação levou ao desenvolvimento de técnicas (métodos) de análise dos conflitos de tráfego (TCTs), com o propósito de avaliar a segurança no trânsito em um local, como também conhecer os motivos dos acidentes estarem ocorrendo.

A aplicação de uma TCT visa, portanto, quantificar e tipificar os conflitos de tráfego existentes em um local, que são supostos guardar estreita relação com os acidentes reais, com o intuito de obter informações para definir as ações mitigadoras visando reduzir a acidentalidade viária.

### **AUDITORIA DE SEGURANÇA VIÁRIA**

A Auditoria de Segurança Viária (ASV) pode ser definida como uma análise formal, do ponto de vista da segurança do trânsito, de uma via, elemento viário ou esquema de circulação, existente ou projetado, por uma equipe de examinadores qualificados e independentes. A auditoria pode ser empregada para avaliar desde o caso simples de uma interseção em nível, até sistemas viários complexos envolvendo vias e interseções, passando pela análise de sistemas de sinalização, esquemas de circulação do trânsito, etc.

O objetivo principal da ASV é identificar possíveis problemas relativos à segurança viária e apresentar soluções para reduzir/eliminar esses problemas.

## **6.4 ENGENHARIA NA REDUÇÃO DA ACIDENTALIDADE**

### **ENGENHARIA VIÁRIA E DE TRÁFEGO**

No âmbito da Engenharia Viária e de Tráfego são muitas as ações que podem contribuir para uma maior segurança no trânsito. Exemplos de algumas ações:

- Projetos de novas rodovias e vias expressas com ênfase na segurança (o emprego de auditoria de segurança viária contribui muito para isso);
- Manutenção adequada das vias e obras de arte;
- Correção de defeitos na geometria e no pavimento de vias existentes;
- Projeto e manutenção adequada da sinalização de trânsito;
- Eliminação de objetos fixos rígidos nas laterais das rodovias;
- Implantação de barreiras de contenção lateral nos trechos críticos de rodovias e vias urbanas expressas;
- Colocação de amortecedores de choques na frente de obstáculos rígidos situados ao lado das rodovias e vias urbanas expressas;
- Escolha adequada da forma de operação nas interseções (parada obrigatória,

- semáforos, rotatórias, dispositivos de canalização, etc.);
- Definição adequada dos estágios dos semáforos; dimensionamento correto da duração dos tempos dos semáforos; sincronização de semáforos próximos.
  - Implantação de passagens em desnível para veículos e/ou pedestres;
  - Melhoria da visibilidade, sobretudo nas interseções;
  - Implementação de ações físicas para reduzir a velocidade em locais críticos: lombadas, estreitamento de pista, chicanas, rotatórias, sonorizadores, etc.;
  - Emprego de dispositivos automáticos de fiscalização da velocidade (radares) de detectores de avanço do sinal vermelho em semáforos, etc.;
  - Implantação de ilha central para facilitar a travessia de pedestres;
  - Melhoria da iluminação em locais com alta incidência de acidentes noturnos;
  - Fixação de limites legais de velocidade menores em vias com alta accidentalidade;
  - Eliminação de rotatórias vazadas (com passagem direta dos veículos da via principal) em rodovias e vias urbanas expressas;
  - Tratamento de locais críticos (o emprego de uma técnica de conflitos de tráfego pode contribuir para a identificação da natureza dos acidentes e da escolha da ação mitigadora);
  - Melhoria do processo de tratamento e análise dos dados de acidentes; etc.

## **ENGENHARIA AUTOMOTIVA**

No campo da Engenharia Automotiva, a contribuição para uma maior segurança viária passa pelas seguintes principais ações:

- Aperfeiçoamento dos equipamentos de segurança;
- Aperfeiçoamento dos sistemas de freio, direção, suspensão, estabilização e luzes externas (incluindo faróis);
- Aperfeiçoamento da estrutura e componentes dos veículos para aumentar a resistência aos impactos e o poder de absorção da energia cinética, melhorando, assim, a proteção aos ocupantes e reduzindo os danos ao corpo humano;
- Aperfeiçoamento da parte dianteira dos veículos, que deve ser projetada (geometria e material) de modo a minimizar os danos a pedestres, ciclistas e motociclistas no caso das colisões frontais;
- Emprego de estrutura de proteção na parte inferior da carroceria dos caminhões, sobretudo na parte traseira, para evitar que os veículos menores (automóveis, motocicletas, motonetas e bicicletas) entrem embaixo no caso de colisão;
- Melhoria da visibilidade externa para os condutores, reduzindo ao mínimo os pontos situados na lateral que prejudicam a visibilidade dos veículos que se aproximam do lado direito (oposto ao condutor) nas vias a serem cruzadas, como, também, melhorar o desempenho dos espelhos retrovisores;
- Tornar os veículos mais visíveis, como: emprego de material refletivo, sobretudo nas motocicletas e bicicletas; etc.

## **ENGENHARIA ELETRÔNICA**

A contribuição da Engenharia Eletrônica para uma maior segurança no trânsito está no aperfeiçoamento e desenvolvimento de tecnologias automáticas, denominadas genericamente de sistemas inteligentes, que atuam no desempenho dos veículos e do controle do tráfego com base em informações detectadas automaticamente, portanto sem intervenção humana.

Exemplos dessas tecnologias: detector de fadiga do condutor, detector de veículos à frente com acionamento automático do freio, sistema de detecção automática de velocidade, sistema de limitação da velocidade dos veículos, etc.

### **6.5 QUESTÕES**

1. Citar e comentar sobre os principais ramos da Engenharia que incluem atividades relacionadas com o trânsito de veículos e pedestres.
2. Discorrer sucintamente sobre os objetivos da Engenharia no trânsito.
3. Que três aspectos são importantes no planejamento e projeto dos sistemas viário e de trânsito? Comentar.
4. Discorrer sobre as atividades associadas à Engenharia Viária.
5. Conceituar Trânsito e Engenharia de Tráfego.
6. Quais as áreas abrangidas pela Engenharia de Tráfego?
7. No que consiste o sistema de circulação e estacionamento?
8. Discorrer brevemente sobre o tema sinalização de trânsito.
9. No que consiste a gestão da segurança no trânsito? Comentar sobre as atividades desenvolvidas na área.
10. Dê exemplos de ações que podem contribuir para uma maior segurança no trânsito nas áreas de Engenharia Viária e de Trânsito.
11. Idem na área da Engenharia Automotiva.
12. Idem na área da Engenharia Eletrônica.

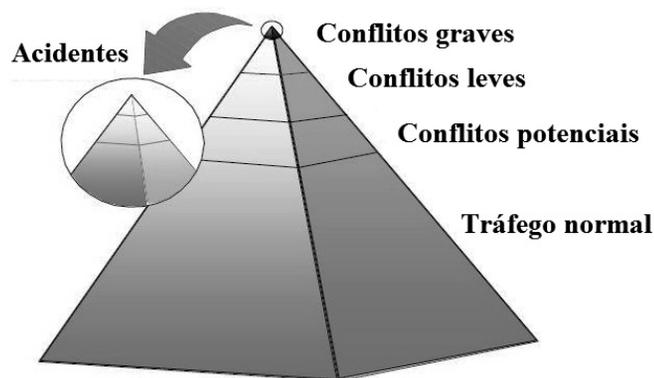
# 7

## TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE CONFLITOS DE TRÁFEGO

### 7.1 INTRODUÇÃO

Denomina-se conflito de tráfego, em uma visão abrangente, uma interação anormal entre dois veículos, entre um veículo e um ou mais pedestres, ou entre um veículo e um elemento da via (guia, sinal de trânsito, obstáculo, etc.), que certamente conduziria a um acidente se não houvesse, por parte de um ou mais usuários, uma manobra evasiva (freada brusca, desvio brusco de trajetória ou desaceleração/aceleração brusca ou desaceleração/aceleração mais desvio de trajetória). Dessa forma, um conflito pode ser considerado um quase acidente.

Diversos estudos realizados mostram que, quase sempre, existe uma forte correlação entre a quantidade de conflitos de tráfego graves (quase acidentes) e a quantidade de acidentes, pois uma parte dos conflitos resulta em acidentes. Estima-se que para cada acidente com vítimas reportado, ocorram de 3.000 a 40.000 conflitos. Essas proporções são ilustradas, esquematicamente, na Figura 7.1, e podem variar de acordo com o tipo e a gravidade dos conflitos.



**Figura 7.1 – Pirâmide representativa dos conflitos de tráfego. Fonte: Hyden & Linderholm<sup>50</sup>.**

Também relevante é a constatação de que os mesmos fatores de risco que contribuem para a ocorrência de conflitos de tráfego graves em um local estão presentes nos acidentes.

Esses fatos levaram ao desenvolvimento de técnicas de análise dos conflitos de tráfego (TCTs), com o propósito de avaliar a segurança do trânsito em um local e conhecer os fatores de risco que levam aos conflitos de tráfego graves e, em consequência, aos acidentes. Essas técnicas visam, portanto, quantificar e tipificar os conflitos de tráfego graves existentes em um determinado local, com o intuito de fornecer informações sobre o potencial da acidentalidade no mesmo e que tipo de ações devem ser implementadas para reduzir os conflitos e, conseqüentemente a acidentalidade viária.

Em especial, uma das utilidades das TCTs é permitir avaliar em curto prazo a eficiência de ações efetivadas para reduzir a acidentalidade, mediante a comparação da quantidade de conflitos graves existentes antes e depois da intervenção.

O tipo e a quantidade de conflitos que ocorrem devem ser determinados seguindo procedimentos padronizados, empregando pesquisadores treinados que observam o trânsito no local por um período de tempo relativamente longo para que os resultados sejam confiáveis.

Além das vantagens inerentes, o emprego das TCTs tem sido impulsionado pelas seguintes razões:

- Muitas vezes é difícil definir os fatores de risco baseado nos registros dos acidentes, mesmo quando eles são elaborados corretamente;
- Como os acidentes de trânsito constituem um evento raro, muitas vezes a quantidade de dados disponíveis em um local (cruzamento ou trecho de via) não é suficiente para permitir uma análise precisa da situação da segurança viária — o que impede, por exemplo, a avaliação em prazo pequeno da eficácia de ações implementadas para reduzir a acidentalidade;
- Nos países em desenvolvimento, há ainda o problema dos registros dos acidentes não serem, muitas vezes, feitos corretamente.

O ideal é que as informações obtidas ao se aplicar uma técnica de conflitos de tráfego sejam analisadas em conjunto com os dados das estatísticas dos acidentes, embora, algumas vezes, os resultados da aplicação da técnica de conflitos constituem a única fonte de dados disponível ou confiável.

A existência de uma grande quantidade de conflitos de tráfego graves em um local é vista por muitos usuários como um fator prejudicial à qualidade da operação (nível de serviço), pelo desconforto que causa a condutores, passageiros e pedestres. Dessa forma, pode-se considerar que também existe correlação entre o número de conflitos graves e a qualidade da operação.

As principais técnicas de análise de conflitos de tráfego (TCTs) existentes são as desenvolvidas na Suécia, França, Inglaterra e Estados Unidos.

A seguir é descrita a Técnica Sueca – uma das mais difundidas no Brasil – com base em Hyden<sup>51</sup>.

## 7.2 TÉCNICA SUECA

A Técnica Sueca foi desenvolvida e vem sendo aprimorada pelo Departamento de Engenharia e Planejamento de Tráfego da Universidade de Lund.

Essa técnica tem por princípio que a análise dos conflitos é mais valiosa por mostrar os fatores de risco que levam aos acidentes, normalmente não revelada nos boletins de registro de acidentes, do que, propriamente, pela capacidade de prever o número de acidentes.

Seguem considerações sobre a aplicação da Técnica Sueca.

### ETAPAS DO TRABALHO

As etapas na aplicação da TCT sueca são as seguintes:

1. Definição do local a ser estudado com base nas quantidades e nos índices associados à acidentalidade, no conhecimento prévio por parte dos técnicos de se tratar de um local crítico, em reclamações da população, etc.
2. Elaboração do plano de estudo em função das características do local e dos dados de acidentes disponíveis. Esse plano envolve a preparação de croquis do local contendo as seguintes informações: esquema dos fluxos de tráfego (veículos e pedestres) nas diversas faixas, localização dos estacionamentos, velocidades típicas, sinais de trânsito (posição e tipo), etc. Também, a definição do número de pesquisadores, posições onde devem ficar na pesquisa (entre 10 e 30 metros do local para não influir no comportamento dos usuários), dias e horários da pesquisa, etc. Recomenda-se utilizar três dias de observação, limitada no máximo a seis horas por dia.
3. Levantamento “in loco” dos conflitos pelos pesquisadores.
4. Processamento, sistematização e análise das informações coletadas e elaboração de diagnóstico.
5. Definição das ações para eliminar/reduzir os conflitos e, por consequência, a acidentalidade no local.

A Figura 7.2 mostra exemplo de um croqui elaborado para uma interseção a ser analisada.

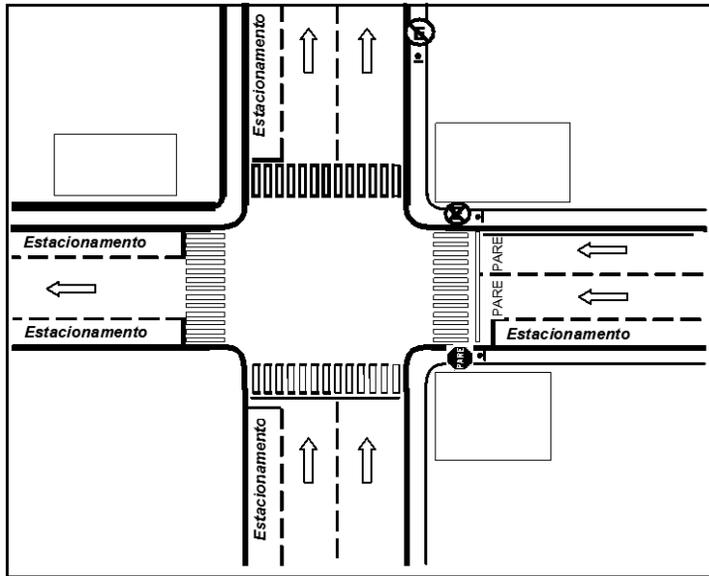


Figura 7.2 – Croqui de uma interseção a ser analisada.

## TREINAMENTO DOS PESQUISADORES

O treinamento dos pesquisadores é normalmente realizado em cinco dias. Compreende uma parte teórica, observação em vídeo e treinamento em campo com aferição em vídeo.

O número ideal de pesquisadores para serem treinados é de oito a dez pessoas, conduzidos por dois especialistas, ficando um deles responsável pela parte em vídeo.

## COLETA DE INFORMAÇÕES

No processo de coleta de informações, a principal tarefa dos pesquisadores é detectar e registrar os conflitos, bem como estimar a velocidade dos veículos antes de iniciar a manobra evasiva e a distância entre o ponto de início dessa manobra e o local onde ocorreria a colisão se nenhuma ação fosse realizada. Também, identificar e registrar os possíveis fatores que levaram ao conflito.

Os dados relativos a cada conflito devem ser apontados em um formulário padronizado, como o mostrado na Figura 7.3. Os dados a serem anotados são os seguintes: dia e período da observação, hora do conflito, condições atmosféricas e do pavimento, eventuais problemas de circulação, usuários envolvidos, estimativa das velocidades dos veículos que realizaram manobras para evitar a colisão,

estimativa das distâncias do início das manobras até o possível ponto de colisão, tipo de manobra evasiva, diagrama das trajetórias dos veículos na manobra evasiva (que devem ser desenhadas no croqui do local previamente incluído na folha padrão) e os possíveis fatores que levaram à ocorrência do conflito. O preenchimento do formulário padrão deve ser realizado imediatamente após a verificação do conflito.

Outros aspectos gerais relacionados com a segurança do trânsito no local também podem ser apontados pelos pesquisadores em uma folha a parte. Exemplo de aspectos a serem anotados: dificuldades de visibilidade, ofuscamento causado pela luz do sol, defeitos do pavimento, etc.

Se disponível, a utilização de câmera de vídeo simultaneamente com o trabalho dos observadores proporciona um ganho considerável na confiabilidade das informações, pois a análise dos conflitos pode ser feita em escritório em condições mais favoráveis, com a repetição das imagens, apresentação em câmera lenta, discussão com outros observadores, etc. Não é recomendável, no entanto, a utilização apenas de câmeras, pois muitos conflitos podem ocorrer em razão de fatores que estão fora do campo visual coberto pelas mesmas.

## **ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES**

O tempo que decorreria desde o início da ação evasiva até o local da possível colisão, se os usuários tivessem continuado se movimentando sem alterar a velocidade e a direção dos seus movimentos, é denominado de tempo para o acidente (TA). O valor de TA é obtido através da relação entre a distância do início da manobra evasiva até o possível ponto de colisão (D) e a velocidade inicial (V) do veículo que realizou a manobra evasiva, ou seja:  $TA = D / V$ .

O esquema mostrado na Figura 7.4 ilustra a situação.

Conhecidas as velocidades (V) e os tempos para o acidente (TA), os pontos correspondentes são lançados no gráfico da Figura 7.5 para identificação do tipo de conflito: grave ou leve. No caso das manobras evasivas terem sido executadas por dois veículos, a manobra mais crítica é que deve ser considerada na avaliação da gravidade do conflito (se uma das manobras se localiza na região de conflitos de natureza leve e a outra, de grave, o conflito deve ser considerado grave).

**FOLHA DE REGISTRO DE CONFLITO**

Observador(s): <b>Alexandre, Bárbara e Rogério</b>		Data: <b>18/6/2007</b>	Horário: <b>16:50</b>	Número: <b>7</b>	Cidade: <b>São Carlos</b>
Intersecção: <b>Rua XV de Novembro com Rua Aquidabam</b>			Condições do Tempo: Sol <input checked="" type="checkbox"/> Encoberto <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/>		
Superfície: Seca <input checked="" type="checkbox"/> Molhada <input type="checkbox"/>		Visibilidade: <input checked="" type="checkbox"/> Boa (iluminação natural total-ampla visibilidade) <input type="checkbox"/> Prejudicada (iluminação natural parcial-visibilidade ampla dependente de iluminação artificial)		<b>Norte</b>	

	Usuário I	Usuário II	Envolvido Secundário III	POSIÇÃO DO OBSERVADOR E DA FILMADORA
Veículo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	POSIÇÃO DO OBSERVADOR POSIÇÃO DA FILMADORA
Bicicleta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pedestre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Outro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sexo (ped.)	M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/> F <input checked="" type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	
Idade (ped.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Velocidade	20 km/h	1,4 km/h		
Distância do ponto de colisão	8 m	10 m		
Valor do TA	1,4 seg	seg		
Ação de Evitar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Frenagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Desvio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Aceleração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Possibilidade de desviar	Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/>	Sim <input type="checkbox"/> Não <input checked="" type="checkbox"/>		
		Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>		

**Descrição das causas do evento:**

O carro fez conversão à direita e quase atropelou o pedestre, pois o motorista estava olhando para a esquerda.

	Carro, Caminhão, Ônibus
	Motocicleta, Bicicleta
	Pedestre

**Figura 7.3 – Exemplo de preenchimento de formulário utilizado no método sueco de pesquisa de conflitos de tráfego.**

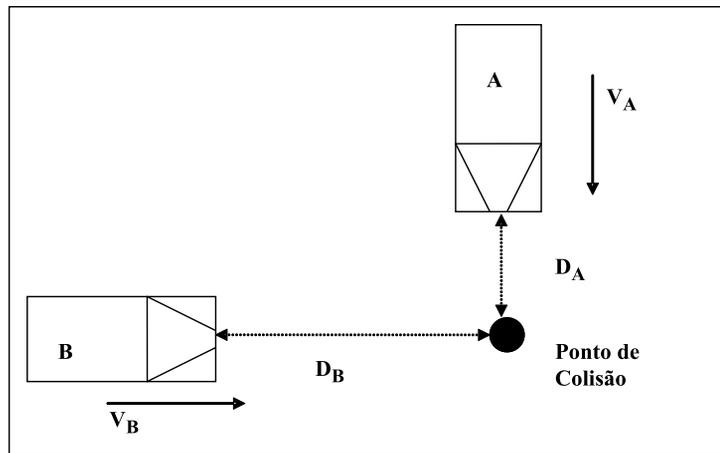


Figura 7.4 – Esquema para cálculo de TA.

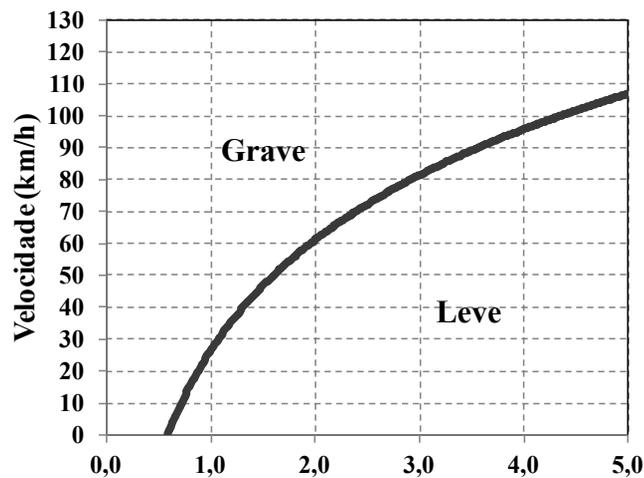


Figura 7.5 – Critério para classificação da severidade de conflitos de tráfego. Fonte: Hyden<sup>51</sup>.

A avaliação da segurança do local analisado deve ser feita com base nos conflitos graves. Ainda que em alguns estudos seja feita a avaliação da segurança baseada em um índice global, que leva em conta os conflitos graves e leves com pesos diferentes; não há, a princípio, justificativa para isso, uma vez que as pesquisas apontam a existência de correlação apenas entre os conflitos graves e os acidentes.

Ao comparar a segurança no trânsito de diferentes locais com base no número de conflitos graves, a quantidade de conflitos estimada deve ser referida à mesma unidade de tempo (mês, ano, etc.).

Além dos dados numéricos, deve-se fazer um croqui com a localização dos conflitos no local analisado, com anotação dos pares de usuários envolvidos (separados em veículos convencionais, motocicletas, bicicletas e pedestres) e do tipo de acidente que poderia advir do conflito observado (colisão traseira, colisão frontal, colisão lateral, colisão transversal, choque, atropelamento, etc.).

A Figura 7.6 ilustra a análise realizada em uma interseção.

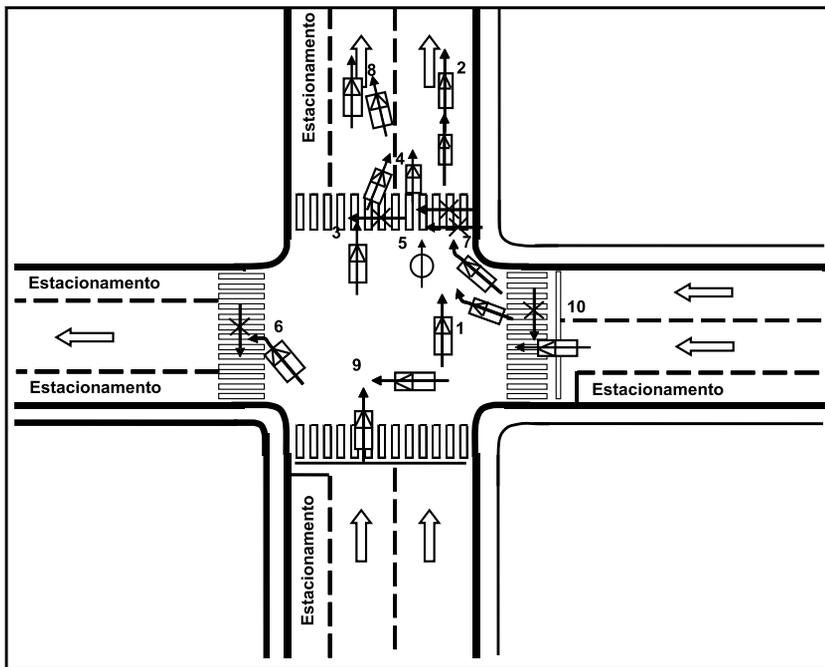


Figura 7.6 – Croqui do conjunto dos conflitos observados.

As informações obtidas mediante a aplicação da técnica sueca de conflitos de tráfego, aliadas, sempre que possível, aos dados sobre os acidentes, permitem elaborar um diagnóstico detalhado da segurança no local e definir um plano de ações visando eliminar/reduzir os conflitos e, conseqüentemente, os acidentes.

### 7.3 ANÁLISE EXPEDITA DE CONFLITOS DE TRÁFEGO

Algumas vezes, por falta de recursos ou de tempo para a aplicação de uma técnica de conflitos de tráfego, é empregado na prática o seguinte procedimento expedito: um profissional experiente observa o trânsito durante um período razoável de tempo e aponta em um croqui do local os tipos de conflitos que considera graves e os pontos onde ocorrem, bem como os possíveis fatores causadores dos mesmos.

Ainda que a análise expedita seja útil para a definição de ações a serem implementadas visando à melhoria da segurança viária em um local crítico, ela somente é recomendada quando por alguma razão não é possível realizar o procedimento convencional.

## 7.4 QUESTÕES

1. Conceituar conflito de tráfego.
2. Comentar sobre a relação entre conflitos de tráfego e acidentes de trânsito.
3. No que consiste uma técnica de análise de conflitos de tráfego (TCT)?
4. Que fatos têm impulsionado o emprego das TCTs?
5. O que seria ideal na análise da acidentalidade no trânsito de um local?
6. Discorrer sobre a relação entre a quantidade de conflitos de tráfego em um local e a qualidade da operação do trânsito (nível de serviço).
7. Quais as principais técnicas de análise de conflitos de tráfego (TCTs) existentes?
8. Descrever de maneira breve as etapas envolvidas na Técnica Sueca de conflitos de tráfego.
9. Comentar sobre a avaliação expedita de conflitos de tráfego.
10. Em um conflito envolvendo um carro e uma motocicleta, foram obtidos os seguintes dados: Carro:  $V = 30\text{km/h}$  e  $D = 20\text{m}$ ; Motocicleta:  $V = 50\text{km/h}$ ,  $D = 30\text{m}$ . Determinar se o acidente foi grave ou leve utilizando os procedimentos da Técnica Sueca de análise de conflitos de tráfego.
11. Refazer a questão 10, considerando  $D = 20\text{m}$  para a motocicleta.



# 8

## AUDITORIA DE SEGURANÇA VIÁRIA

### 8.1 INTRODUÇÃO

A denominação Auditoria de Segurança Viária (ASV) é empregada para designar a análise formal, do ponto de vista da segurança no trânsito, de uma via, elemento viário ou esquema de circulação, existente ou projetado, por uma equipe de examinadores qualificados e independentes. A auditoria pode ser empregada para analisar desde o caso simples de uma interseção em nível, até sistemas viários complexos envolvendo vias e interseções, passando pela análise de sistemas de sinalização, esquemas de circulação do trânsito, etc.

São dois os objetivos de uma ASV: identificar os problemas relativos à segurança viária e apontar os procedimentos para a eliminação ou mitigação desses problemas. Os procedimentos apontados devem estar concentrados em aspectos relacionados com a via e/ou com o ambiente no seu entorno, considerando as características físicas e operacionais. A realização de uma ASV deve conduzir à identificação das ações necessárias para reduzir a quantidade e a severidade dos acidentes.

Alguns aspectos relevantes das ASVs são os seguintes:

- Constitui um exame formal com processo estruturado, normalmente utilizando uma lista de verificação de elementos chaves (*checklist*);
- É realizada por equipe de profissionais que não estão envolvidos com a operação ou projeto da via;
- Tem enfoque exclusivamente nos aspectos relacionados à segurança.

As ASVs são caracterizadas por seu aspecto de formalidade e independência, devendo ser realizada por profissionais devidamente treinados e com experiência em segurança viária.

Na condução de uma ASV devem ser considerados todos os usuários da via (condutores de veículos convencionais, motociclistas, pedestres e ciclistas), bem como todas as condições ligadas ao ambiente, tais como: durante o dia, à noite, com chuva, etc.

O objetivo principal das ASVs é garantir que sistemas viários em operação, ou novos projetos de sistemas viários, sejam dotados de condições adequadas no tocante à segurança.

Uma ASV realizada em uma via ou interseção existente deve, necessariamente, levar em conta os dados disponíveis sobre a acidentalidade viária no local para facilitar e orientar o trabalho.

A ASV na fase de projeto é uma ferramenta indicada para evitar a construção de vias ou obras de arte com falhas no tocante à segurança, evitando, assim, o dispêndio de recursos adicionais para a correção dos problemas após a implantação.

O desenvolvimento da Auditoria de Segurança Viária é atribuído ao britânico Malcolm Bulpitt, que, na década de 1980, inicialmente aplicou os conceitos de auditoria de segurança no setor ferroviário. Nessa época, o governo britânico designou técnicos para inspecionar todos os aspectos relacionados com uma nova linha férrea antes da entrada em operação. Posteriormente, Bulpitt aplicou os conceitos de verificação independente para melhorar a segurança nos projetos rodoviários desenvolvidos pelo Departamento de Transportes e Rodovias do Município de Kent. Em 1990, o Instituto de Rodovias e Transportes da Inglaterra publicou o documento intitulado “Diretrizes para a Auditoria de Segurança Viária”. No ano seguinte, o emprego dessas diretrizes tornou-se obrigatório em todo o sistema viário do país, por determinação do Departamento de Transportes do Reino Unido.

No ano de 1990, a ASV foi introduzida na Austrália, quando a auditoria da *Pacific Highway*, uma rodovia já existente, usou *checklists* especialmente preparados. Em 1994, foi publicado um manual de auditoria de segurança viária pelo *Austroads* — órgão responsável pelo projeto, construção e manutenção das rodovias na Austrália.

Em 1990, foi realizada na Nova Zelândia uma auditoria de segurança em uma rodovia recém-construída. Nos três anos seguintes, auditorias-piloto foram realizadas e novos procedimentos foram desenvolvidos e implementados.

Na década final do século 20, as ASVs foram implantadas no Canadá, Dinamarca e Estados Unidos. Ogden<sup>43</sup>, Proctor et al.<sup>52</sup>, Nodari & Lindau<sup>53</sup>.

Atualmente, o emprego das ASVs é cada vez mais comum nos países desenvolvidos. Nos países em desenvolvimento o procedimento tem se restringido, em geral, aos grandes projetos rodoviários. Em alguns países mais pobres observam-se tentativas de desenvolver procedimentos mais simples no emprego das ASVs visando baratear o custo.

Quatro são os principais obstáculos na utilização de ASVs:

- Ceticismo de alguns órgãos gestores do trânsito, que relutam em gastar recursos com as ASVs por falta de uma cultura de segurança no trânsito;
- Dificuldade de alguns profissionais em aceitar que seus projetos sejam revisados por outros técnicos;
- Dificuldade de conseguir que profissionais experientes sejam contratados, em vez daqueles considerados mais baratos e sem tanta prática ou conhecimento do assunto;
- Restrições dos órgãos financiadores na liberação de recursos para aplicação em ASVs.

Além da minimização da ocorrência de acidentes e/ou da redução da severidade em locais específicos, uma ASV busca, também, impedir a migração da ocorrência de acidentes de um determinado ponto local crítico para outro próximo.

## 8.2 BENEFÍCIOS E CUSTOS

Os principais benefícios advindos da aplicação de auditorias de segurança viária são os seguintes:

- Redução do número de acidentes;
- Redução da severidade dos acidentes;
- Redução dos custos associados aos acidentes;
- Redução dos custos associados à reconstrução de obras em razão de projetos mal elaborados do ponto de vista da segurança;
- Aumento da consciência sobre a segurança viária entre autoridades e técnicos;
- Ganho de experiência no que diz respeito à segurança para os projetistas viários, que é útil na elaboração de projetos futuros;
- Garantia de que todos os usuários foram considerados sob a ótica da segurança.

O custo da realização de uma ASV, considerando todas as etapas do projeto de uma grande obra, representa cerca de 4 a 10% do valor total, estando incluso nesse custo: remuneração dos consultores, gasto da empresa contratante no gerenciamento da auditoria e custos associados com a implementação das ações recomendadas. Ogden<sup>43</sup>, Proctor et al.<sup>52</sup>, Nodari & Lindau<sup>53</sup>, Nodari<sup>54</sup>.

Alguns estudos apontam valores da relação benefício-custo no emprego de ASVs na faixa entre 1 e 20. Ogden<sup>43</sup>, Proctor et al.<sup>52</sup>, Nodari & Lindau<sup>53</sup>, Nodari<sup>54</sup>.

## 8.3 AÇÕES DECORRENTES DAS AUDITORIAS

Algumas ações típicas implementadas para a melhoria da segurança viária advindas da aplicação das ASVs são:

- Alterações gerais na geometria da via ou obra de arte;
- Alteração da largura das faixas de rolamento e dos acostamentos;
- Modificação dos valores da superelevação;
- Modificação dos valores da superlargura;
- Readequação do sistema de drenagem;
- Melhoria das condições do espaço ao lado da via;
- Implantação de dispositivos de contenção lateral ou frontal;
- Remoção de objetos que prejudicam a visibilidade;
- Implantação de passarelas, faixas de pedestres, obstáculos transversais, etc. para facilitar a travessia de pedestres e ciclistas;
- Iluminação de locais onde ocorrem travessias de pedestres e de bicicletas;
- Melhoria da geometria das faixas de aceleração e desaceleração em rodovias e vias urbanas rápidas;
- Realinhamento da via nas aproximações das interseções, etc.

## **8.4 FASES DE APLICAÇÃO DAS AUDITORIAS**

As ASVs podem ser aplicadas nas diversas fases que compreendem a realização de uma obra viária: estudo de viabilidade, projeto preliminar, projeto definitivo, antes da abertura ao tráfego e depois da abertura ao tráfego.

Em razão da limitação de recursos financeiros, as ASVs não são, normalmente, aplicadas em todas as fases do projeto. No entanto, há concordância por parte de especialistas que quanto mais cedo o desenvolvimento de um projeto for auditado, maior o ganho de segurança no final.

A seguir são comentados os procedimentos associados a cada uma das etapas na realização de uma nova obra viária.

### **FASE 1 - ESTUDO DE VIABILIDADE**

Auditorias no estágio do estudo de viabilidade são conduzidas antes do desenvolvimento do planejamento e do projeto. Nessa fase, a ASV auxilia nos seguintes aspectos: seleção das opções de traçado, tipo de projeto, localização de interseções e tipo de controle de acesso, impactos na rede viária existente, etc.

A avaliação do desempenho relativo à segurança de um projeto proposto e como ele reúne a necessidade de todos os usuários da via (condutores, motociclistas, pedestres e ciclistas) é feita nesta etapa.

### **FASE 2 - PROJETO PRELIMINAR**

Nesta etapa, padrões gerais de projetos são avaliados, como por exemplo, alinhamento vertical e horizontal, geometria e tipo de interseções, distância de visibilidade, largura de faixas e acostamentos, superelevação, superlargura, dispositivos para ciclistas e pedestres, etc.

Alguns impactos na segurança resultantes de desvios na aplicação das normas podem ser detectados neste estágio. Nos estágios posteriores torna-se muito mais difícil fazer mudanças no alinhamento, pois a etapa de desapropriação já vai estar finalizada.

### **FASE 3 - PROJETO DEFINITIVO**

Nesta fase, todos os elementos do projeto final já estão prontos.

Uma auditoria detalhada neste estágio revisa aspectos como o projeto geométrico final, projeto de sinalização vertical e horizontal, projeto de iluminação, projeto de paisagismo, detalhes das interseções, provisões para usuários especiais (ciclistas, deficientes físicos, pedestres idosos, etc.), sistema de drenagem, dispositivos

de contenção lateral e de amortecimento de choque, elementos localizados nos acostamentos e laterais das vias, etc.

Nesta etapa reside a última oportunidade de alterar o projeto antes da construção, evitando mudanças de última hora e eventual necessidade de correção após a implantação — ações que sempre resultam mais onerosas.

#### **FASE 4 – ANTES DA ABERTURA AO TRÁFEGO**

A auditoria antes da abertura ao tráfego envolve uma inspeção detalhada da obra viária. A equipe de auditores conduz veículos, anda de bicicleta e caminha pela nova obra, para garantir que as necessidades de todos os usuários estão contempladas, visando eliminar as condições perigosas.

Nesta fase, devem ser incluídas verificações sob a ótica dos condutores dos veículos rodoviários convencionais, motociclistas, ciclistas, pedestres, etc. realizadas à luz do dia e à noite, em tempo seco e chuvoso, etc.

O foco principal neste estágio é apontar possíveis desvios no projeto original que podem constituir risco potencial de acidentes.

Há casos em que a ASV é realizada durante a construção para verificar se as determinações estabelecidas na fase de projeto estão sendo verificadas.

#### **FASE 5 – DEPOIS DA ABERTURA DA OBRA AO TRÁFEGO**

Após o início da operação, a ASV é realizada para avaliar o desempenho da obra em condições reais de tráfego, verificando se há deficiências no tocante à segurança do trânsito, e, caso haja necessidade, definir as soluções a serem adotadas.

Recomenda-se a aplicação de ASVs periodicamente nas vias existentes, considerando que as condições de operação podem mudar com o passar dos anos, em razão de alterações no volume do tráfego, nas características do pavimento, nas características da frota, etc. Este procedimento é designado auditoria de revisão ou monitoramento da segurança.

### **8.5 LISTAS DE VERIFICAÇÃO**

Em geral, na realização de uma auditoria de segurança viária é feita a verificação de uma lista de elementos chaves (*checklist*). Os *checklists* são elaborados para guiar o processo de auditoria, facilitando o trabalho dos auditores e garantindo que todos os itens relevantes sejam verificados. Trata-se, portanto, de uma ferramenta extremamente útil. Não devem, no entanto, ser um instrumento rígido, mas sim um roteiro flexível com lembretes de pontos a examinar.

A lista de verificação pode ser sucinta, contendo apenas a relação geral

dos itens a serem conferidos (em inglês, *Prompt List*, que pode ser traduzida por Lista de Alerta), ou detalhada com todos os pontos a serem observados (em Inglês, *Detailed Checklist*, que pode ser traduzida por Lista Detalhada).

Na Tabela 8.1 estão relacionados alguns manuais desenvolvidos para a realização de ASVs em diversos países, associados aos tipos de lista de verificação adotados.

**Tabela 8.1 – Tipos de lista de verificação adotados em manuais de ASV. Fonte: Proctor et al.<sup>52</sup>.**

<b>Organização</b>	<b>País de origem</b>	<b>Tipos de lista</b>
<i>Austrroads</i>	Austrália	Sucinta e detalhada
Universidade de New Brunswick	Canadá	Sucinta e detalhada
Associação de Transportes do Canadá	Canadá	Sucinta
Comissão Nacional de Segurança de Trânsito do Chile	Chile	Sucinta e detalhada
—	Dinamarca	Detalhada
<i>Transfund New Zealand</i>	Nova Zelândia	Sucinta
<i>Institution of Highways and Transportation</i>	Inglaterra	Sucinta

Em seguida, é apresentado um exemplo de lista de verificação sucinta para a realização de auditoria de segurança viária numa rodovia existente, adaptada de Nodari<sup>54</sup>.

### **VERIFICAÇÃO DO TRAÇADO**

1. Rampas extensas e/ou muito íngremes que levam ao emprego de velocidades elevadas e dificuldade de frenagem dos veículos pesados.
2. Curvas verticais acentuadas depois de longo trecho com curvas verticais suaves.
3. Curvas horizontais fechadas depois de longo trecho reto e/ou com curvas suaves.
4. Longos trechos sem possibilidade de ultrapassagem nas rodovias de pista simples, associada à baixa velocidade dos veículos pesados.
5. Problemas na compatibilização dos alinhamentos horizontal e vertical.

### **VERIFICAÇÃO DA SEÇÃO TRANSVERSAL**

6. Faixas de tráfego com largura reduzida.
7. Acostamento com largura insuficiente para o trânsito de pedestres, bicicletas e outros veículos (se for o caso).

8. Canteiro central com largura insuficiente para o refúgio de pedestres (se pertinente).
9. Falta de cerca ou muro no canteiro central para evitar a travessia de pedestres (se pertinente).
10. Superlargura inadequada nas curvas.
11. Superelevação inadequada nas curvas.
12. Pontes e túneis estreitos (com folga lateral muito pequena ou inexistente).

### **VERIFICAÇÃO DO PAVIMENTO**

13. Defeitos na estrutura, como buracos, estrias, etc.
14. Superfície muito lisa (com baixa aderência).
15. Poças de água na pista ocasionada por falha na drenagem.
16. Revestimento do acostamento com condições precárias para a movimentação de pedestres, bicicletas e outros veículos (se for o caso).

### **VERIFICAÇÃO DA SINALIZAÇÃO**

17. Sinalização horizontal inadequada e/ou em mal estado de conservação.
18. Sinalização vertical inadequada e/ou em mal estado de conservação.
19. Ausência ou mal estado de conservação de elementos divisores de faixas e bordas da pista: tachões, tachas, etc.
20. Ausência ou mal estado de conservação de elementos delimitadores (sargentos, etc.) nas curvas fechadas e nos dispositivos de canalização.

### **ELEMENTOS DE SEGURANÇA**

21. Ausência de dispositivos de contenção lateral nos trechos críticos.
22. Falta de elementos de amortecimento de choque em pilares, paredes, colunas de sustentação e em outros elementos rígidos situados na lateral da via.
23. Ausência ou mal estado de conservação de dispositivos de alerta (sonorizadores) e de redução de velocidade (lombadas, tachas longitudinais, etc.).
24. Falta de iluminação em locais onde é necessária.

### **INTERSEÇÕES**

25. Projeto geométrico inadequado, causando dúvidas aos condutores de como proceder ou permitindo a passagem em alta velocidade.
26. Controle de operação inadequado.
27. Não percebida a distância suficiente para os condutores que se aproximam.
28. Com problemas de visibilidade devido à existência de vegetação, placas, postes, etc.

29. Em número excessivo em alguns trechos da rodovia.
30. Com sinalização inadequada e/ou em mal estado de conservação.
31. Condições ruins para a travessia de pedestres e bicicletas.

### **ZONA ADJACENTE À RODOVIA**

32. Faixa lateral com superfície regular e livre de obstáculos (árvores, postes, pilares, barrancos, espaços vazios de grande altura, etc.) com largura insuficiente.
33. Entradas/saídas da rodovia sem pista de aceleração e desaceleração.
34. Falta de área para estacionamento nos locais de parada de ônibus de linhas regulares.
35. Vegetação alta prejudicando a visibilidade.
36. Falta de cerca para impedir a entrada de animais na rodovia.

### **CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO**

37. Velocidade regulamentada inapropriada (alta ou baixa) considerando as condições geométricas da rodovia e o ambiente do entorno.
38. Número significativo de caminhões longos e lentos no tráfego incompatível com o tipo de rodovia.
39. Tráfego no limite da capacidade nos horários de pico, levando à realização de manobras de ultrapassagem perigosas.
40. Grande quantidade de travessias em nível de pedestres e bicicletas.

## **8.6 QUESTÕES**

1. No que consiste uma Auditoria de Segurança Viária (ASV)?
2. Quais os objetivos de uma ASV?
3. Discorrer de forma breve sobre a história do emprego das ASVs.
4. Quais são os principais benefícios advindos da aplicação de ASVs?
5. Qual o percentual do custo da aplicação de auditoria de segurança em todas as etapas de uma obra viária em relação ao valor total? Em que faixa varia os valores da relação benefício-custo do emprego de ASVs?
6. Quais os principais obstáculos à utilização de ASVs?
7. Relacionar algumas ações típicas para a melhoria da segurança viária implementadas com base no resultado do emprego de ASVs.
8. Quais as etapas em que se deve fazer auditorias de segurança no caso de novos projetos de obras viárias? Comentar os aspectos principais relativos a cada uma dessas etapas.

9. Para que servem as listas de verificação (*checklists*) na realização de uma ASV? Quais os tipos de lista que podem ser utilizados?
10. Dê exemplo de uma lista de verificação a ser utilizada em uma auditoria de segurança viária no caso de uma rodovia existente.



## 9 ESFORÇO LEGAL NO TRÂNSITO

### 9.1 INTRODUÇÃO

O esforço legal no trânsito compreende, genericamente, três componentes: legislação de trânsito, gestão do trânsito no âmbito legal e documentação dos acidentes. A finalidade do esforço legal é organizar o sistema de trânsito para que a circulação de veículos e pedestres seja realizada com segurança, fluidez, comodidade, preservação do meio ambiente, convivência pacífica dos usuários, etc.

A legislação diz respeito às leis e normas que regulamentam o trânsito.

A gestão no âmbito legal corresponde à implementação da legislação na prática, e envolve basicamente três atividades: administração, fiscalização e punição dos infratores. A administração diz respeito à consecução dos procedimentos burocráticos e operacionais; a fiscalização, à verificação do cumprimento das leis e normas do trânsito; e a punição, à aplicação das penalidades aos infratores.

A documentação dos acidentes consiste na coleta de informações mediante o preenchimento de Boletim de Ocorrência. Nos acidentes com vítimas, também é necessária a elaboração de documento detalhado relatando o acidente por parte da Polícia Técnico-Científica, órgão vinculado à Secretaria de Segurança Pública dos Estados.

A seguir são discutidos os três componentes do esforço legal no trânsito.

### 9.2 LEGISLAÇÃO

No país, a legislação de trânsito está expressa na Constituição Federal (na qual são feitas referências genéricas), no Código de Trânsito Brasileiro (documento principal), em resoluções do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), em portarias do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), em decretos e em leis específicas.

A seguir são comentados os aspectos mais relevantes presentes nesses documentos.

#### CONSTITUIÇÃO FEDERAL DO BRASIL

Na Constituição Federal é feita referência ao tema trânsito nos artigos 22, 23 e 144.

O artigo 22 estabelece que somente à União compete legislar sobre a matéria trânsito.

O artigo 23 dispõe que é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios estabelecer e implantar política de educação para a segurança do trânsito.

No artigo 144 é explicitado que a segurança pública é dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, e exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio — na qual se insere o trânsito —, por intermédio dos seguintes órgãos: Polícia Federal, Polícia Rodoviária Federal, Polícia Ferroviária Federal, Polícias Civas, Polícias Militares e Corpos de Bombeiros Militares. Também neste artigo é estabelecido que a Polícia Rodoviária Federal é um órgão permanente, organizado e mantido pela União e estruturado em carreira, destinado, na forma da lei, ao patrulhamento ostensivo das rodovias federais.

## **CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO**

A legislação de trânsito do país está estabelecida no Código de Trânsito Brasileiro, objeto da Lei 9.503, de 23 de Setembro de 1997, e em vigor a partir de 28 de Janeiro de 1998.

A seguir são comentados, em linhas gerais, os teores dos vários capítulos que compõem o código.

O capítulo I define o conceito de trânsito, estabelece que o trânsito em condições seguras é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito (que são responsáveis por erro ou omissão na aplicação das ações voltadas para a segurança), dispõe que as disposições do código são aplicáveis a todos os condutores e proprietários de veículos nacionais ou estrangeiros e determina que o código aplica-se às vias públicas usuais e, também, às vias internas de condomínios fechados e às praias abertas à circulação de veículos.

O capítulo II define o Sistema Nacional de Trânsito e as obrigações e os órgãos que o compõem. O Sistema Nacional de Trânsito é o conjunto de órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que tem por finalidade o exercício das atividades de planejamento, administração, normatização, pesquisa, registro e licenciamento de veículos, formação, habilitação e reciclagem de condutores, educação, engenharia, operação do sistema viário, policiamento, fiscalização, julgamento de infrações e de recursos e aplicação de penalidades.

Compõem o Sistema Nacional de Trânsito os seguintes órgãos e entidades:

- Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, coordenador do sistema e órgão máximo normativo e consultivo, ao qual compete estabelecer as normas regulamentares referidas neste Código e as diretrizes da Política Nacional de Trânsito; coordenar os órgãos do Sistema Nacional de Trânsito, objetivando a integração de suas atividades;
- Conselhos Estaduais de Trânsito – CETRAN e o Conselho de Trânsito do Distrito

- Federal – CONTRANDIFE, órgãos normativos, consultivos e coordenadores;
- Órgãos e entidades executivos de trânsito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;
  - Órgãos e entidades executivos rodoviários da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;
  - Polícia Rodoviária Federal;
  - Polícias Militares dos Estados e do Distrito Federal; e
  - Juntas Administrativas de Recursos de Infrações – JARI.

O capítulo III dispõe sobre as normas gerais de circulação e conduta, definindo, principalmente, os procedimentos a serem seguidos pelos condutores de veículos. Também alguns procedimentos específicos a serem observados por passageiros, pedestres e ciclistas, bem como na circulação de animais.

O capítulo IV define as normas de circulação de pedestres e condutores de veículos não motorizados.

O capítulo V estabelece os direitos dos cidadãos no tocante ao sistema de trânsito e os deveres dos órgãos e entidades responsáveis.

O capítulo VI dispõe sobre a educação para o trânsito, explicitando que a educação para o trânsito é direito de todos e constitui dever prioritário dos órgãos componentes do Sistema Nacional de Trânsito.

O capítulo VII define os aspectos gerais relativos à sinalização de trânsito e determina que as normas e especificações sejam definidas pelo CONTRAN.

O capítulo VIII estabelece aspectos gerais relativos à engenharia de tráfego, operação, fiscalização e policiamento ostensivo de trânsito, bem como determina que as normas e especificações pertinentes sejam definidas pelo CONTRAN.

O capítulo IX define aspectos gerais relativos às características dos veículos, determinando que as normas e especificações pertinentes são definidas pelo CONTRAN.

O capítulo X estabelece as normas para a circulação no território nacional de veículos licenciados em outros países.

O capítulo XI dispõe sobre o registro de veículos e a expedição do Certificado de Registro de Veículo – CRV, documento de porte obrigatório para a circulação.

O capítulo XII dispõe sobre o licenciamento dos veículos, que deve ser realizado anualmente pelo órgão executivo de trânsito do Estado, ou do Distrito Federal, onde estiver registrado.

O capítulo XIII define as condições a serem preenchidas por veículos e condutores para o transporte de escolares.

O capítulo XIV estabelece as condições e as exigências para obtenção da habilitação: Permissão para Dirigir por um ano, para os iniciantes, e Carteira Nacional de Habilitação, nas suas diversas categorias, após este período. As várias categorias de condutor previstas são as seguintes:

- Categoria A – condutor de veículo motorizado de duas ou três rodas, com ou sem carro lateral;
- Categoria B – condutor de veículo motorizado, não abrangido pela categoria A, cujo peso bruto total não exceda a três mil e quinhentos quilogramas e cuja lotação não exceda a oito lugares, excluído o do motorista;
- Categoria C – condutor de veículo motorizado utilizado em transporte de carga, cujo peso bruto total exceda a três mil e quinhentos quilogramas;
- Categoria D – condutor de veículo motorizado utilizado no transporte de passageiros, cuja lotação exceda a oito lugares, excluído o do motorista;
- Categoria E – condutor de combinação de veículos em que a unidade tratora se enquadre nas Categorias B, C ou D e cuja unidade acoplada, reboque, semi-reboque ou articulada, tenha seis mil quilogramas ou mais de peso bruto total, ou cuja lotação exceda a oito lugares, ou, ainda, seja enquadrado na categoria *trailer*.

O capítulo XV define as ações que caracterizam infrações de trânsito, a natureza das infrações (leve, média, grave, ou gravíssima) e as penalidades correspondentes: multa, apreensão do veículo, recolhimento do documento de habilitação, etc.

O capítulo XVI dispõe sobre as penalidades a serem impostas aos infratores das leis de trânsito e das responsabilidades de condutores, proprietários dos veículos, etc. As principais penalidades previstas são as seguintes: advertência por escrito, multa, suspensão do direito de dirigir, apreensão do veículo, cassação da Carteira Nacional de Habilitação ou da Permissão para Dirigir e frequência obrigatória em curso de reciclagem. Para cada tipo de infração é estabelecido o valor de multa e o número de pontos atribuído (o total de pontos acumulados pode, em determinadas circunstâncias, levar a suspensão do direito de dirigir).

O capítulo XVII estabelece as medidas administrativas de alçada da autoridade de trânsito ou seus agentes, que são as seguintes: retenção do veículo, remoção do veículo, recolhimento da Carteira Nacional de Habilitação ou da Permissão para Dirigir, recolhimento do Certificado de Registro, recolhimento do Certificado de Licenciamento Anual, transbordo do excesso de carga, realização de teste de dosagem de alcoolemia ou perícia de substância entorpecente ou que determine dependência física ou psíquica, recolhimento de animais que se encontrem soltos nas vias e na faixa de domínio das vias de circulação e realização de exames de aptidão física, mental, de legislação, de prática de primeiros socorros e de direção veicular.

O capítulo XVIII define as diretrizes dos processos administrativos de responsabilidade das autoridades do trânsito ou seus agentes, enfocando os seguintes principais aspectos: autuação dos infratores, julgamento das autuações e aplicação das penalidades, interposição e julgamento dos recursos.

O capítulo XIX define os crimes de trânsito e estabelece que a esses crimes aplicam-se as normas gerais do Código Penal e do Código de Processo Penal.

As penas previstas são de detenção, suspensão da habilitação, impedimento para obtenção da permissão para dirigir e multa.

No capítulo XX encontram-se as disposições finais e transitórias, no qual são estabelecidos prazos para o cumprimento de algumas determinações do código, procedimentos a serem adotados na transição do código antigo para o novo e outros procedimentos relevantes não abordados nos capítulos anteriores. Entre esses procedimentos consta o artigo 320, que trata da destinação da receita arrecadada com a cobrança das multas de trânsito.

Além do corpo principal, o código contém dois anexos. No anexo I são apresentados conceitos e definições de aspectos abordados ao longo do código e no anexo II as normas sobre sinalização vertical (posteriormente substituídas pela Resolução 160/04 do CONTRAN<sup>30</sup>).

## **RESOLUÇÕES DO CONTRAN**

As resoluções do CONTRAN têm por objetivo regulamentar os diversos aspectos do código de trânsito, bem como estabelecer novas normas e procedimentos visando manter atualizadas as leis de trânsito à luz da experiência e de pesquisas realizadas.

## **PORTARIAS DO DENATRAN**

As portarias do DENATRAN têm por objetivo definir procedimentos para operacionalização de normas estabelecidas pelo código de trânsito ou por resoluções do CONTRAN (em alguns casos as resoluções do CONTRAN explicitam que a definição posterior de procedimentos será feita pelo DENATRAN).

## **9.3 GESTÃO LEGAL**

### **ÓRGÃOS DE TRÂNSITO E RESPECTIVAS FUNÇÕES**

A Tabela 9.1 mostra o organograma dos diversos órgãos que compõem o Sistema Nacional de Trânsito e que são responsáveis pela gestão do trânsito no âmbito legal.

**Tabela 9.1 – Organograma do Sistema Nacional de Trânsito.**

Instância	Consultivos e Coordenadores	Órgãos executivos		Agentes de Fiscalização	Julgamentos e Recursos	2ª Instância
		Trânsito	Rodoviário			
Federal	CONTRAN	DENATRAN (Diretrizes e Supervisão)	PRF DNIT	PRF DNIT	JARI	Órgão especial da JARI CONTRAN
Estadual	CETRA E CONTRANDIFE	DETRAN (Veículo e condutor)	DER	DETRAN DER PM (Convênio)	JARI	CETRA N CONTRANDIFE
Municipal	X	Órgãos municipais (Estacionamento, circulação, pesos, dimensões, etc.)	Órgãos municipais	PM (Convênio) Órgãos municipais	JARI	CETRA N CONTRANDIFE

Significado das siglas: CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito, CETRA N – Conselho Estadual de Trânsito, CONTRANDIFE – Conselho de Trânsito do Distrito Federal, DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito, DETRA N – Departamento Estadual de Trânsito, PRF – Polícia Rodoviária Federal, DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, DER – Departamento de Estradas de Rodagem dos Estados, PM – Polícia Militar do Estado, JARI – Juntas Administrativas de Recursos de Infrações.

Além do DER, pode haver outros órgãos executivos rodoviários dos Estados, como, por exemplo, o DERSA (Desenvolvimento Rodoviário S.A.) no Estado de São Paulo.

Resumidamente, as atribuições dos vários órgãos que integram o Sistema Nacional de Trânsito são as seguintes:

- CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito) – É o órgão coordenador do sistema e o órgão máximo normativo e consultivo, ao qual compete estabelecer as normas regulamentares referidas do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) e as diretrizes da Política Nacional de Trânsito.
- CETRA N (Conselhos Estaduais de Trânsito) e CONTRANDIFE (Conselho de Trânsito do Distrito Federal) – São órgãos normativos, consultivos e coordenadores em nível de Estado, com a missão de elaborar normas suplementares expressas no CTB e nas resoluções do CONTRAN no âmbito das suas respectivas competências. Outras atribuições conferidas a esses órgãos são: responder consultas relativas à aplicação da legislação, dirimir conflitos sobre circunscrição e competência no âmbito dos municípios e julgar os recursos interpostos contra as decisões das JARIs dos órgãos executivos estaduais e municipais que funcionam no Estado.
- DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito) – É um órgão executivo que integra a estrutura do Ministério das Cidades, com autonomia administrativa e

técnica, com jurisdição sobre todo o território nacional. Tem autonomia para definir procedimentos para operacionalização de normas estabelecidas pelo código de trânsito ou por resoluções do CONTRAN. Outras das suas atribuições são: organização e manutenção do Registro Nacional de Carteiras de Habilitação – RENACH, do Registro Nacional de Veículos Automotores – RENAVAN e do Registro Nacional de Infrações de Trânsito – RENAINF; prestação de suporte técnico, jurídico, administrativo e financeiro ao CONTRAN na execução de suas funções; etc.

- Órgãos executivos de trânsito dos Estados (DETRANs) – São órgãos da Polícia Civil. Dentre as suas atribuições estão: supervisão e fiscalização dos exames de habilitação; controle de informações sobre direitos e transações de veículos; emissões e renovações de habilitações, controle de multas de trânsito; supervisão e fiscalização do registro, licenciamento e expedição do certificado de registro de veículo automotor; prestação de serviços referentes a cursos, programas e campanhas educativas de trânsito; fiscalização e controle da apreensão e liberação de veículos e documentos; apuração das infrações penais de autoria incerta ou desconhecida praticadas com veículos motorizados e oriundas da falsificação de documentos de veículos e condutores; aplicação e julgamento das penalidades por infrações de sua competência, notificando os infratores e arrecadando as multas que aplicar; etc. Os DETRANs possuem divisões regionais denominadas CIRETRANs (Circunscrição Regional de Trânsito), com a finalidade de implementar no âmbito do município as atribuições dos DETRANs e possuindo as mesmas atribuições operacionais do Departamento Sede, inclusive contando com médicos e psicólogos credenciados para realização de exames de sanidade física e mental e avaliação psicológica.
- Órgãos executivos rodoviários da união (DNIT e PRF), dos estados (DERs, em São Paulo também o DERSA) — dentre as suas atribuições estão: planejar, projetar e regulamentar o trânsito nas rodovias e estradas (não aplicável à PRF); implantar, manter e operar o sistema de sinalização (não aplicável à PRF); coletar dados e realizar estudos sobre os acidentes de trânsito; executar a fiscalização de trânsito, autuando e aplicando penalidades de advertência e de multas; arrecadar multas; promover e participar de programas e projetos de educação e segurança no trânsito; fiscalizar a emissão de poluentes pelos veículos automotores, etc.
- Órgãos executivos de trânsito dos municípios (Secretárias, Departamentos ou Empresas ligadas à Prefeitura) — entre suas atribuições estão: planejar, projetar e regulamentar o trânsito nas vias urbanas e rodovias municipais; implantar, manter e operar o sistema de sinalização; coletar dados e realizar estudos sobre os acidentes de trânsito; executar a fiscalização de trânsito, autuando e aplicando penalidades de advertência e de multas; arrecadar multas; promover e participar de programas e projetos de educação e segurança no trânsito; fiscalizar a emissão

de poluentes pelos veículos automotores, etc.

- PM (Polícia Militar dos Estados) – A Polícia Militar, mediante convênio com os DETRANs e com os DERs, atua, por intermédio da Polícia Rodoviária, na fiscalização das infrações nas rodovias e estradas estaduais. Nas vias urbanas e rodovias e estradas municipais, a Polícia Militar, mediante convênio com os DETRANs, atua na fiscalização das infrações de competência do Estado. Também, pode, mediante convênio com o órgão executivo municipal, atuar na fiscalização das infrações de competência municipal.
- JARI (Junta Administrativa de Recursos de Infrações) – São órgãos que funcionam junto aos órgãos executivos rodoviários ou de trânsito, com a finalidade de julgar os recursos interpostos pelos infratores contra penalidades impostas.

A distribuição de competência (fiscalização de trânsito, aplicação das medidas administrativas e penalidades cabíveis e arrecadação de multas aplicadas) dos órgãos executivos de trânsito municipal e dos órgãos executivos de trânsito dos Estados (DETRANs), em função dos tipos de infração, encontra-se definida nos anexos das resoluções 121/01 e 66/98 do CONTRAN<sup>30</sup>. Na Tabela 9.2 estão relacionadas as competências de atuação associadas aos principais tipos de infração.

## **FISCALIZAÇÃO DO TRÂNSITO**

Até 1997, a fiscalização de trânsito era exercida exclusivamente pela Polícia Militar, como atividade decorrente do exercício do policiamento em geral. Com o atual Código de Trânsito Brasileiro, em vigor desde 1998, foram criadas a figura do agente de trânsito para atuar na fiscalização e da autoridade de trânsito, conforme os seguintes conceitos:

- Autoridade de trânsito é o dirigente máximo de um órgão executivo integrante do Sistema Nacional de Trânsito, ou pessoa por ele expressamente credenciada;
- Agente de trânsito é qualquer pessoa, civil ou militar, designada pela autoridade de trânsito e credenciada junto ao CETRAN ou CONTRANDIFE, para o exercício das atividades de fiscalização do trânsito, aplicação de multas, etc.

Nessa nova legislação foi previsto o processo de municipalização do trânsito, que consiste em passar aos municípios uma série de atribuições relacionadas à gestão do trânsito no âmbito legal. Nos municípios que ainda não municipalizaram o trânsito, a gestão é realizada por outros órgãos mediante convênios, o DETRAN, na administração do trânsito e punição dos infratores, e a Polícia Militar, no campo da fiscalização. Mesmo nos municípios em que o trânsito encontra-se municipalizado, a Polícia Militar, mediante convênio com os DETRANs, continua atuando na fiscalização das infrações de trânsito de competência do Estado e, se houver convênio com o município, também na fiscalização das infrações de competência do município, atuando, nesse caso, na mesma esfera dos agentes de trânsito municipais.

Tabela 9.2 – Competências associadas aos principais tipos de infrações.

Competência	Infrações
<b>Estado</b>	Dirigir sem a habilitação pertinente, conduzir veículo não registrado e/ou não licenciado, dirigir alcoolizado ou drogado, deixar de prestar socorro à vítima de acidente, não portar no veículo placas de identificação ou placas fora das especificações, transitar com veículos que não atendam as especificações legais, conduzir veículo sem os equipamentos obrigatórios ou em mal estado, transportar em veículo destinado ao transporte de passageiros carga excedente, transitar em velocidade superior ao limite legal ou incompatível com o local em rodovias, etc.
<b>Município</b>	Transitar em velocidade superior ao limite legal ou incompatível com o local, estacionar ou parar irregularmente, circular fora das normas, ultrapassar irregularmente, passar no sinal vermelho de semáforo, deixar de dar preferência de passagem a pedestre e a veículo não motorizado que se encontre na faixa a ele destinada, deixar de dar preferência de passagem nas interseções com sinalização de Pare ou de Dê a Preferência, transitar com o veículo produzindo fumaça, gases ou partículas em níveis superiores aos limites legais, transitar com veículo com dimensões ou carga superiores aos limites legais, fazer ou deixar que se faça reparo em veículo na via pública sem motivo de força maior, ter o veículo imobilizado na via por falta de combustível, etc.
<b>Estado e Município (dupla competência)</b>	Deixar o condutor ou passageiro de usar o cinto de segurança, transportar crianças sem observância às normas de segurança, dirigir sem atenção ou sem os cuidados indispensáveis à segurança, disputar corrida por espírito de emulação, desobedecer às ordens emanadas da autoridade competente de trânsito ou de seus agentes, transitar com o veículo com lotação excedente, conduzir motocicleta, motoneta e ciclomotor sem usar capacete de segurança adequado, dirigir o veículo utilizando-se de fones nos ouvidos conectados a aparelhagem sonora ou de telefone celular, etc.

Além dos agentes de trânsito e dos policiais militares (sempre mediante convênio, com exceção da Polícia Rodoviária Federal), a fiscalização também pode ser realizada por dispositivos eletrônicos, que, no estágio atual de desenvolvimento tecnológico, podem atuar (verificar se há irregularidade e fotografar, documentando a infração para posterior processamento) nas seguintes principais infrações: velocidade acima do limite legal da via, passagem com a luz vermelha em semáforos, parada sobre a faixa de pedestres em semáforos, realização de conversão proibida em cruzamentos, veículo transitando em faixas exclusivas para ônibus, veículo com licenciamento vencido, veículo circulando em horários/dias proibidos no sistema

de rodízio estabelecido com base no dígito final da placa, etc.

Os seguintes requisitos são necessários para que a fiscalização do trânsito seja realizada com eficácia:

- Agentes de trânsito devidamente treinados e em quantidade suficiente;
- Viaturas (carros, motocicletas, bicicletas, etc.) em bom estado e em número suficiente;
- Equipamentos auxiliares, como bafômetros e radares móveis, em quantidade suficiente;
- Dispositivos de fiscalização eletrônica em número suficiente e adequadamente utilizados (o uso incorreto desses dispositivos pode levar à aplicação de um exagerado número de multas com impacto insignificante na redução da quantidade e da severidade dos acidentes).

O emprego de dispositivos eletrônicos para a fiscalização da velocidade é tratado de maneira apropriada em Brandão<sup>55</sup>.

## **PUNIÇÃO DOS INFRATORES**

Como a desobediência às leis e normas do trânsito coloca em risco a integridade física e o patrimônio do infrator e de outras pessoas, é importante que os infratores sejam adequadamente punidos para evitar a reincidência. A seguir é explicitada a lógica adotada na aplicação das penalidades.

Constatada a infração, o agente de trânsito lavra o auto de infração, onde devem constar todas as informações previstas no artigo 280 do Código de Trânsito Brasileiro:

- Tipificação da infração;
- Local, data e hora do cometimento da infração;
- Caracteres da placa de identificação do veículo, sua marca e espécie, e outros elementos julgados necessários à sua identificação;
- Prontuário do condutor, sempre que possível;
- Identificação do órgão ou entidade e da autoridade ou agente autuador ou equipamento que comprova a infração;
- Assinatura do infrator, sempre que possível, valendo esta como notificação do cometimento da infração.

Também importante é que a infração deve ser comprovada por declaração da autoridade ou do agente da autoridade de trânsito, por aparelho eletrônico (as mais comuns são as infrações de excesso de velocidade e desrespeito a faixa de pedestres ou avanço de sinal vermelho em semáforos), ou por equipamento audiovisual, ou qualquer outro meio tecnologicamente disponível previamente regulamentado pelo CONTRAN.

Uma vez encaminhado o auto de infração ao órgão executivo, é verificada a consistência do mesmo. Se for verificado qualquer problema o auto é cancelado;

caso contrário, é preparada uma notificação de autuação, que é enviada por correio dentro do prazo de 30 dias, contados a partir do cometimento da infração, ao proprietário do veículo. Este, então, tem as seguintes opções: acatar a penalidade, se pertinente, informando ao órgão executivo os dados do real condutor a fim de transferir os pontos atribuídos ao tipo de infração cometido (segundo a resolução nº 404 do CONTRAN<sup>30</sup>, de 14 de junho de 2012 – válida a partir de 1º de janeiro de 2013, é necessário que as assinaturas dos envolvidos no trâmite sejam reconhecidas em cartório, com o objetivo de evitar fraudes); ou interpor recurso de defesa prévia (que deve estar restrito à indicação de falhas no auto de infração e não no mérito da infração) à autoridade de trânsito — que pode deferir o recurso, anulando a penalidade, ou indeferir, mantendo-a.

Não havendo interposição de recurso no prazo de 30 dias, ou indeferido o recurso de defesa prévia, é feita a notificação de penalidade ao infrator (ao proprietário do veículo, ao infrator, ou a ambos, conforme seja o caso). Nessa etapa ainda cabe recurso junto à JARI (Junta Administrativa de Recursos de Infrações) do órgão executivo, que pode deferir ou não a solicitação de anulação da penalidade com base nos argumentos apresentados. Depois dessa instância, resta ainda a interposição de recurso junto ao CETRAN/CONTRANDIFE, ou ao CONTRAN, no caso de infrações nas rodovias e estradas federais.

Nos casos usuais, a penalidade consiste na aplicação de multa e na anotação do número de pontos correspondentes. Tanto o valor da multa como o número de pontos depende do tipo de infração: leve (50 UFIR – Unidade de Referência Fiscal – e 3 pontos), média (80 UFIR e 4 pontos), grave (120 UFIR e 5 pontos) ou gravíssima (180 UFIR e 7 pontos). Se for superado o valor limite de 20 pontos acumulados em um prazo de 12 meses, a autoridade de trânsito determina a suspensão temporária do direito de dirigir com o recolhimento do documento de habilitação e a obrigatoriedade de frequentar curso de reciclagem – medida que também deve ser aplicada no caso de reincidência no prazo de 12 meses de alguns tipos de infrações gravíssimas, ou mesmo no caso de uma única infração gravíssima, conforme previsto no código.

A critério da autoridade de trânsito, sob certas condições, no caso de infração leve ou média, a penalidade pode restringir-se a uma advertência por escrito.

Além da aplicação de multas, suspensão temporária do direito de dirigir e obrigatoriedade de frequentar curso de reciclagem, outras penalidades previstas no código são: cassação definitiva do direito de dirigir, apreensão (retenção ou remoção) do veículo, recolhimento do Certificado de Registro do Veículo e recolhimento do Certificado de Licenciamento Anual.

Quando se trata de ato grave que caracteriza crime no trânsito, como, por exemplo, lesão corporal culposa, embriaguez ao volante, participação em competição, etc., as penas previstas são: detenção, suspensão ou cassação da habilitação, obrigatoriedade de frequentar curso de reciclagem, etc. Quando as penalidades

para os crimes no trânsito não estiverem dispostas de modo diverso no Código de Trânsito, valem as normas gerais do Código Penal e do Código de Processo Penal.

Em algumas situações extremas, o próprio agente de trânsito pode aplicar algum tipo de penalidade no ato da lavratura da infração. Exemplos: apreensão do veículo por falta de documentação correta, ou por falta de equipamentos de segurança, ou pela existência de problemas no veículo que impedem uma movimentação segura; proibição do condutor de continuar dirigindo por não portar o documento de habilitação, ou estar com o documento vencido, ou estar embriagado ou drogado; impedimento da viagem dos passageiros acomodados inadequadamente; etc.

#### **9.4 DOCUMENTAÇÃO DOS ACIDENTES**

A documentação dos acidentes (coleta de informações através do preenchimento do Boletim de Ocorrência) é realizada pela Polícia Militar dos Estados, nas cidades e rodovias e estradas municipais, pela Polícia Militar Rodoviária Federal, nas rodovias e estradas federais, e pela Polícia Militar Rodoviária dos Estados, nas rodovias e estradas estaduais.

A documentação dos acidentes é realizada pela Polícia Militar no local do acidente quando há vítimas, ou, mesmo não existindo vítimas, quando há veículos oficiais envolvidos.

Nos acidentes sem vítimas e sem envolvimento de veículos oficiais, se necessário, para efeito de acionamento de seguro ou outro motivo, os envolvidos devem comparecer a um posto da Polícia Militar no prazo de até 180 dias e relatar o acidente visando à elaboração do Boletim de Ocorrência, sendo que, nesse caso, é feita a observação que o documento foi preenchido com base nas informações dos envolvidos. Em alguns Estados, os interessados podem fazer o registro da ocorrência do acidente de trânsito pela Internet. Muitos acidentes sem vítimas não são, portanto, registrados; e aqueles que são não contém informações confiáveis uma vez que são relatados pelos próprios envolvidos.

Os boletins de ocorrência dos acidentes de trânsito devem necessariamente conter as informações básicas relacionadas no Capítulo 2, além de outras consideradas relevantes pelo policial.

O Boletim de Ocorrência de Acidente de Trânsito é utilizado para diversos fins: constituição de banco de dados dos acidentes visando à elaboração de diagnóstico e de plano de ações para reduzir a acidentalidade viária; acionamento do seguro do veículo (quando houver); acionamento do seguro DPVAT (seguro obrigatório de danos pessoais causados por veículos automotores em vias terrestres), que serve para cobrir despesas hospitalares em caso de sinistro; instrução de processo cível, nos casos em que se precisa realizar a cobrança dos danos via judicial, etc.

A primeira providência nos acidentes sem vítimas é remover os veículos

do local, quando tal medida é necessária para assegurar a segurança e a fluidez do trânsito. Não remover o veículo é considerado uma infração de trânsito de natureza média.

No caso de acidentes com vítimas, a Polícia Militar deve preservar o local até a chegada da Polícia Técnico-Científica, normalmente composta por um perito, um fotógrafo e um desenhista, para documentar em detalhes o acidente.

O trabalho dos peritos visa descrever em detalhe o acidente e apontar as causas do mesmo. Para isso, verifica a situação da via e da sinalização, identifica marcas de pneus na pista nas frenagens ou derrapagens e a extensão das mesmas, realiza vistoria nos veículos para verificar se houve avaria mecânica, podendo até mesmo enviar peças para análise pormenorizada, etc. O trabalho dos peritos é finalizado no escritório com a elaboração do laudo, anexando, se necessário, fotografias e desenho esquemático. O laudo é então encaminhado ao Delegado de Polícia para ser utilizado na ação judicial.

Algumas vezes, no entanto, quando não há vítimas fatais, os feridos já foram removidos e a presença dos veículos acidentados na via prejudica bastante a segurança e/ou a fluidez do tráfego, a Polícia Militar pode optar pela retirada dos veículos acidentados da via antes da chegada da Polícia Científica. Nesse caso, a perícia fica prejudicada, limitando-se praticamente ao exame dos veículos.

O condutor que fugir do local do acidente, deixar de prestar socorro às vítimas ou não preservar o local do acidente comete infração gravíssima (7 pontos) e recebe multa, sem prejuízo da aplicação de outras penalidades cabíveis.

Na gestão da fiscalização do trânsito são utilizados índices para a avaliação da qualidade, eficiência e eficácia do serviço, tais como:

- Número de agentes de fiscalização por habitante, veículo, extensão da via, extensão da malha viária, etc.;
- Número de dispositivos de fiscalização eletrônica por habitante, veículo, extensão da via, extensão da malha viária, etc.;
- Número de multas por habitante, veículo, extensão da via, extensão da malha viária, agente de fiscalização, radar, etc.;
- Número de acidentes (mortes ou feridos) por multa aplicada;
- Número de multas por infração cometida (dado obtido por amostragem).

Esses índices são bastante úteis, uma vez que permitem comparar as situações de distintos espaços geográficos (país, estado, município, cidade, rodovia, etc.), bem como as situações do mesmo espaço geográfico em diferentes períodos de tempo.

## 9.5 QUESTÕES

1. Quais são os componentes integrantes do Esforço Legal no trânsito? Discorrer sucintamente sobre cada um deles.

2. Qual o objetivo do Esforço Legal no trânsito?
3. Quais os principais documentos legais que tratam da legislação de trânsito no país?
4. Dizer, no máximo em três linhas, do que trata cada capítulo do Código de Trânsito Brasileiro.
5. Qual o objetivo das resoluções do CONTRAN e das portarias do DENATRAN?
6. Quais são resumidamente as atribuições dos vários órgãos que integram o Sistema Nacional de Trânsito?
7. Em quais documentos é definida a distribuição de competência (fiscalização de trânsito, aplicação das medidas administrativas e penalidades cabíveis e arrecadação de multas aplicadas) dos órgãos executivos de trânsito municipal e dos órgãos executivos de trânsito dos Estados (DETRANs)? Dar três exemplos de infração de competência do estado, do município e de ambos (dupla competência).
8. No que consiste a municipalização do trânsito?
9. Conceituar autoridade de trânsito e agentes de trânsito.
10. No que consiste a fiscalização do trânsito com dispositivos eletrônicos? Quais os principais tipos de infração que esses dispositivos tem sido utilizados para detectar?
11. Quais os requisitos para que a fiscalização do trânsito seja realizada com eficácia?
12. Por que é importante punir os infratores das leis e normas do trânsito?
13. Quais as principais informações que devem constar do auto de infração do trânsito? Quem pode lavrar esse auto?
14. No que consistem a notificação de autuação e a notificação de penalidade?
15. Quais as instâncias de recursos que podem ser interpostos pelos infratores?
16. Como são classificadas as infrações no tocante à gravidade do delito? Quais as penalidades associadas a cada um dos tipos de infração?
17. Discorrer sobre o tema crime no trânsito.
18. Quem deve fazer a documentação dos acidentes de trânsito?
19. A documentação dos acidentes é sempre realizada no local do evento? Explicar.
20. Quais as informações básicas que devem conter os boletins de acidentes de trânsito?
21. Qual a finalidade dos boletins de ocorrência de acidentes de trânsito?
22. Qual a primeira providência nos acidentes sem vítimas? Comentar.
23. Discorrer sobre o papel da Polícia Técnico-Científica nos acidentes de trânsito?

24. Qual a penalidade automática para o condutor que fugir do local do acidente, deixar de prestar socorro às vítimas ou não preservar o local do acidente?
25. Comentar sobre os principais índices empregados na avaliação da gestão da fiscalização.



# 10

## EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO

### 10.1 INTRODUÇÃO

Educação para o Trânsito é a designação dada às atividades que visam ensinar às pessoas a forma adequada de se comportar no trânsito, bem como conscientizá-las da importância de ter um comportamento apropriado para que a movimentação de veículos e pedestres seja realizada com segurança, eficiência e comodidade. O objetivo da Educação para o Trânsito não é, portanto, apenas transmitir conhecimento teórico e prático às pessoas, mas, também, convencê-las a se comportar de acordo com os conhecimentos adquiridos.

A Educação para o Trânsito é de grande importância no mundo atual, em razão da intensa movimentação de veículos e pedestres existente nas vias terrestres urbanas e rurais.

A meta de maior relevância da Educação para o Trânsito é promover a segurança dos usuários, pois as consequências humanas, sociais e econômicas dos acidentes são extremamente negativas para a sociedade. Nesse sentido, cabe colocar que o fator falha humana — possível de ser minimizado com a Educação para o Trânsito — está presente na grande maioria dos acidentes.

Um dos grandes desafios na implementação de uma política adequada de Educação para o Trânsito nos países não desenvolvidos, onde a questão da acidentalidade viária é crítica, é a falta de conscientização da população e dos governantes da importância da questão.

Para se obter êxito no combate à violência do trânsito, a Educação para o Trânsito deve ser assumida como responsabilidade de todos: governo (em todas as suas instâncias) e sociedade (pessoas individualmente, empresas, organizações em geral, etc.).

Educação para o Trânsito não é apenas uma disciplina escolar, mas, sim, uma ação contínua que envolve a mídia, família, amigos, colegas de trabalho, bem como todas as faixas etárias: crianças, adolescentes, adultos e idosos.

A educação para o trânsito envolve, de maneira geral, três vertentes: conhecimento, treinamento e conscientização (convencimento).

O conhecimento está relacionado ao ensino teórico das leis e regras do trânsito, mostrando como o trânsito funciona e como as pessoas devem se comportar para se locomover a pé, como condutor de veículo e como passageiro.

O treinamento consiste em fazer as pessoas executarem na prática, sob supervisão, o conhecimento teórico para que adquiram a habilidade necessária. Essa atividade, imprescindível para os condutores de veículos motorizados, também é de grande importância para pedestres, ciclistas, condutores de veículos

com tração animal e pessoas que se deslocam montadas em animais.

A conscientização tem por objetivo convencer as pessoas da importância de terem um comportamento adequado no trânsito, visando a sua própria segurança e a das outras pessoas. Também, a preservação do patrimônio próprio e a dos outros, a circulação pacífica sem desentendimentos, a operação eficiente do sistema viário, o respeito ao meio ambiente, etc.

As três faces da educação para o trânsito (conhecimento, treinamento e conscientização) devem ser dirigidas, de forma diferenciada e apropriada, às pessoas de todas as idades: crianças, adolescentes, adultos e idosos.

As atividades de ensino voltadas para o trânsito devem começar desde a pré-escola, pois muitas crianças necessitam locomover-se sozinhas pelas ruas, caminhando ou utilizando bicicleta, e devem continuar em todos os níveis de ensino (fundamental, médio e superior). E, de maneira apropriada, continuarem ao longo de toda a vida das pessoas, evidentemente com mais ênfase e contornos próprios quando as pessoas vão obter a licença para conduzir veículos motorizados.

De maneira geral, a educação para o trânsito envolve as seguintes principais áreas: ensino na escola, formação e aprimoramento de condutores e campanhas educativas — as quais são discutidas posteriormente neste capítulo.

## **10.2 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA**

A educação para o trânsito é assunto tratado na Constituição Federal do Brasil, no Código de Trânsito Brasileiro (Lei 9.503, de 23/09/1997), em leis e decretos do governo federal, em resoluções do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), em portarias do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN) e outras matérias oficiais.

A seguir são colocados os aspectos mais relevantes presentes nesses documentos.

### **CONSTITUIÇÃO FEDERAL**

Dois artigos da Constituição Federal são particularmente relevantes. O artigo 6º, que faz referência à educação de maneira geral, e o artigo 23 no inciso XII, que faz menção particular à educação para a segurança no trânsito. Ambos são reproduzidos a seguir.

*Artigo 6º – São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 26, de 2000).*

*Artigo 23 – É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: Inciso XII – estabelecer e implantar política de educação para a segurança do trânsito.*

## **CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO**

O Código de Trânsito Brasileiro (CTB), instituído pela Lei 9.503 de 23/09/1997 e em vigor desde 28/01/1998, estabelece, no capítulo I, que o trânsito em condições seguras é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito (SNT), que devem adotar as medidas necessárias para assegurar esse direito — entre as quais estão as atividades de Educação para o Trânsito.

No capítulo II, o código coloca de maneira explícita que algumas das finalidades do SNT são: educação para o trânsito e formação e reciclagem de condutores. Também, é definido que o SNT deve estabelecer as diretrizes com vistas à segurança, fluidez, conforto, defesa ambiental e educação para o trânsito. Outro ponto mencionado é a obrigação dos órgãos e entidades que compõem o SNT de estimular, orientar e promover campanhas educativas voltadas para a segurança no trânsito.

O capítulo VI do CTB é inteiramente dedicado à educação para o trânsito. logo de início define que a educação para o trânsito é direito de todos e constitui dever prioritário para os componentes do SNT.

Os principais aspectos abordados no capítulo VI do CTB são os seguintes: funcionamento das escolas públicas de trânsito, campanhas educativas para a segurança no trânsito, promoção da educação para o trânsito na pré-escola e nas escolas de 1º, 2º e 3º graus, adoção de conteúdos relativos à educação para o trânsito nas escolas de formação para o magistério, treinamento de professores e multiplicadores e campanha nacional sobre primeiros socorros no caso de acidentes de trânsito.

No que se refere a recursos para a implementação de programas destinados a prevenção de acidentes (onde o tema educação está presente), o artigo 78 do código dispõe que o percentual de dez por cento do total dos valores arrecadados destinados à Previdência Social, do Prêmio do Seguro Obrigatório de Danos Pessoais causados por Veículos Automotores de Via Terrestre – DPVAT, de que trata a Lei nº 6.194, de 19 de dezembro de 1974, serão repassados mensalmente ao Coordenador do Sistema Nacional de Trânsito para aplicação, por intermédio do CONTRAN, em programas dos Ministérios da Saúde, da Educação e do Desporto, do Trabalho, dos Transportes e da Justiça.

No capítulo XIII, o CBT estabelece que os condutores de veículos escolares devem ser aprovados em cursos especializados, nos termos da regulamentação do CONTRAN.

O capítulo XIV determina que a formação de condutores deve incluir, obrigatoriamente, curso de direção defensiva, de primeiros socorros e de conceitos básicos de proteção ao meio ambiente relacionados com o trânsito. Também neste capítulo, é explicitado que para conduzir veículos de transporte

coletivo de passageiros, de escolares, de produto perigoso, ou para habilitar-se nas categorias D e E, o candidato deverá ser aprovado em curso especializado e em curso de treinamento de prática veicular em situação de risco, nos termos da normatização do CONTRAN. Outra questão ligada à educação para o trânsito abordada neste capítulo são os procedimentos voltados para a aprendizagem prática dos condutores e para a realização dos exames teóricos e práticos visando à obtenção da Permissão para Dirigir (a Carteira Nacional de Habilitação somente é concedida depois de um ano se determinadas condições forem cumpridas).

No capítulo XX é estabelecida a Semana Nacional de Trânsito que deverá ser celebrada anualmente de 18 a 25 de Setembro. Nessa semana deverão ser realizadas atividades de diversas naturezas voltadas, sobretudo, para a segurança no trânsito. Também é disposto no artigo 320 que a receita arrecadada com a cobrança das multas de trânsito será aplicada, exclusivamente, em sinalização, engenharia de tráfego, de campo, policiamento, fiscalização e educação de trânsito, bem como que o percentual de 5% do valor das multas de trânsito arrecadadas será depositado, mensalmente, na conta de fundo de âmbito nacional destinado à segurança e educação de trânsito.

### **LEI 9.602 E DECRETO 2.613**

A lei nº 9.602 de 21 de janeiro de 1998 criou e o decreto no 2.613 de 3 de junho de 1998 do Governo Federal regulamentou o Fundo Nacional de Segurança e Educação de Trânsito – FUNSET.

O FUNSET é um fundo de âmbito nacional destinado à segurança e à educação de trânsito. A gestão do FUNSET é de responsabilidade do DENATRAN, que deve estabelecer as normas que regem a aplicação dos recursos.

De acordo com o decreto no 2.613, os recursos para o FUNSET derivam das seguintes fontes: 5% do valor das multas de trânsito arrecadadas pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios; dotações específicas consignadas na Lei de Orçamento ou em créditos adicionais; doações ou patrocínios de organismos ou entidades nacionais, internacionais ou estrangeiras, de pessoas físicas ou jurídicas nacionais ou estrangeiras; arrecadação de juros de mora e atualização monetária incidentes sobre o valor das multas; resultado das aplicações financeiras dos recursos; reversão dos saldos não aplicados; e outras receitas que lhe forem atribuídas por lei.

### **LEIS 6.194 E 8.212**

A lei 6.194 de 19 de dezembro de 1974 dispõe sobre seguro obrigatório de danos pessoais causados por veículos automotores de via terrestre, ou por sua carga, a pessoas transportadas ou não (DPVAT), e tem por objetivo indenizar as vítimas

de trânsito em caso de invalidez permanente e de despesas médicas e hospitalares (AMDS ou DAMS) devidamente comprovadas, ou os beneficiários das mesmas em caso de morte.

De acordo com a lei 8.212, de 24 de julho de 1991, 50% da receita bruta do prêmio associado ao seguro DPVAT deve ser repassado ao Sistema Único de Saúde – SUS, para atender aos segurados vítimas de acidentes de trânsito a título de AMDS. Dos 50% recebidos pelo SUS, este deverá repassar 5% (10% dos 50%) ao Departamento Nacional de Trânsito (artigo 78, parágrafo único, do Código de Trânsito Brasileiro), para programas destinados à prevenção de acidentes de trânsito.

### **RESOLUÇÃO 030/98 DO CONTRAN**

A resolução 030/98 do CONTRAN<sup>30</sup> dispõe sobre a realização de campanhas permanentes de segurança no trânsito, que serão desenvolvidas em torno de temas específicos relacionados com os fatores de risco (definidos na resolução) e com a produção dos acidentes de trânsito.

### **RESOLUÇÃO 168/04 DO CONTRAN**

A resolução 168/04 do CONTRAN<sup>30</sup> estabelece normas e procedimentos para a formação de condutores de veículos.

Em particular, no que se refere à educação para o trânsito, trata dos cursos teóricos e práticos para obtenção da Permissão para Dirigir, da renovação da Carteira Nacional de Habilitação e de reciclagem para motoristas infratores, bem como dos cursos especializados para condutores de veículos de transporte coletivo de passageiros, de transporte de escolares, de transporte de produtos perigosos e de transporte de emergência. Define, inclusive, os tópicos a serem abordados em cada um dos cursos.

### **RESOLUÇÃO 207/06 DO CONTRAN**

A resolução 207/06 do CONTRAN<sup>30</sup> trata dos critérios para funcionamento das Escolas Públicas de Trânsito, previstas no Código de Trânsito Brasileiro, estabelecendo que elas destinam-se, prioritariamente, à execução de cursos, ações e projetos educativos, voltados para o exercício da cidadania no trânsito. Também que, em suas atividades, priorizará o desenvolvimento do convívio social no espaço público, promovendo princípios de equidade e de ética visando uma melhor compreensão do sistema de trânsito com ênfase na segurança e no meio ambiente.

### **RESOLUÇÃO 265/07 DO CONTRAN**

A resolução 120/01 do CONTRAN<sup>30</sup> trata da formação teórico-técnica do processo de habilitação de condutores como atividade extracurricular no Ensino Médio e define os procedimentos para implementação nas escolas interessadas. Nesta resolução são definidos os conteúdos específicos voltados para a formação e desenvolvimento de comportamentos seguros no trânsito para alunos do Ensino Médio.

### **RESOLUÇÃO 314/09 DO CONTRAN**

A resolução 314/09 do CONTRAN<sup>30</sup> estabelece os procedimentos para a execução das campanhas educativas de trânsito a serem promovidas pelos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito. Em resumo, são aprovadas as orientações para a realização de campanhas educativas de trânsito e é estabelecido que os órgãos e entidades do SNT devem assegurar recursos financeiros e nível de profissionalismo adequado para o planejamento, a execução e a avaliação das campanhas de que tratam esta resolução.

### **RESOLUÇÃO 321/09 DO CONTRAN**

A resolução 321/09 do CONTRAN<sup>30</sup> institui exame obrigatório para avaliação de instrutores e examinadores de trânsito no exercício da função em todo o território nacional. Nessa resolução são também estabelecidos os principais objetivos do exame obrigatório:

- I – Ampliar a qualidade do processo de formação e reciclagem de condutores.
- II – Aferir o grau de conhecimento de instrutores e de examinadores acerca de assuntos relacionados à sua área de atuação.
- III – Requalificar instrutores e examinadores que apresentam falta de conhecimento acerca de assuntos relacionados à sua área de atuação.
- IV – Possibilitar aos órgãos executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal o acompanhamento do nível de qualidade dos serviços prestados à comunidade por profissionais credenciados.
- V – Oferecer uma referência aos profissionais em exercício na função para estudos permanentes com vistas à melhoria de seu desempenho.

### **RESOLUÇÃO 335/09 DO CONTRAN**

A resolução 335/09 do CONTRAN<sup>30</sup> estabelece os requisitos necessários à coordenação do sistema de arrecadação de multas de trânsito e a implantação

do sistema informatizado de controle da arrecadação dos recursos do Fundo Nacional de Segurança e Educação de Trânsito – FUNSET. Entre outros aspectos, resolve que deverá ser repassado à conta do FUNSET, junto à Secretaria do Tesouro Nacional – STN, do Ministério da Fazenda, o percentual de cinco por cento sobre o total da arrecadação proveniente de multas de trânsito.

### **10.3 ENSINO NA ESCOLA**

As considerações que seguem estão baseadas sobretudo em Rozenstraten<sup>56</sup>.

A formação de valores, que acontece, sobretudo, durante o processo de educação escolar, é vital para moldar o comportamento das pessoas no trânsito.

A meta da Educação é dotar as pessoas de informações, regras, técnicas e habilidades para viver dentro de uma cultura. Como, na sociedade contemporânea, o trânsito faz parte da vida diária das pessoas, o ensino do trânsito nas escolas é de fundamental importância na formação de crianças e adolescentes.

A tendência atual na educação para o trânsito não é ter uma disciplina autônoma específica para tratar do tema, mas sim a adoção do conceito de transversalidade, isto é, ter o tema trânsito abordado nas diversas disciplinas que fazem parte do currículo escolar: Português, Matemática, Ciências Sociais, Ciências Naturais, Educação Artística, História, Geografia, Educação Física, Educação Religiosa, Inglês, etc. De certa forma, essa estratégia reflete o caráter multidisciplinar do trânsito, uma vez que o mesmo envolve o conhecimento de distintas áreas: Sociologia, Psicologia, Pedagogia, Direito, Matemática, Física, Administração, etc.

A abordagem do tema trânsito nas várias disciplinas deve ser complementada com eventos específicos nas escolas: palestras, representações teatrais, filmes, vídeos, jogos educativos, leitura de gibis com histórias educativas, concursos de redação e desenho, etc.

Um aspecto importante no ensino do trânsito é que não basta passar aos alunos apenas o conhecimento teórico: conjunto de leis e regras. É necessário que os alunos saibam colocar em prática esse conhecimento, o que exige o treinamento em condições reais de trânsito. Isso significa ensinar o aluno a traduzir em comportamento aquilo que aprendeu intelectualmente, pois um trânsito seguro não se faz somente com conhecimento, mas com ações adequadas envolvendo o respeito às normas e regras.

A reprodução em escala menor do sistema de trânsito das cidades (vias, dispositivos viários, sinalização vertical, horizontal e semaforica, etc.), em geral denominada de “Cidade Mirim para Educação de Trânsito”, é um importante instrumento para ajudar no treinamento prático dos alunos. Nesses locais, os alunos trafegam a pé, utilizando bicicletas ou outro tipo de veículo apropriado,

tendo a oportunidade de realizar treinamento em “laboratório”, onde os erros naturais cometidos na fase de aprendizagem não incorrem em risco. Esse tipo de instalação pode ser simples e desmontável, para ser usado no próprio pátio das escolas, ou mais completo e amplo, construído em local próprio, para ser utilizado por alunos de várias escolas. Neste caso, os alunos são transportados para a cidade mirim e lá fazem aulas práticas como pedestres ou condutores de veículos sob a orientação de instrutores devidamente preparados.

Na realidade, os dois tipos de cidade mirim são importantes. Na própria escola, pela facilidade de repetir várias vezes o treinamento. Em um local específico, pela oportunidade de realizar o treinamento em uma situação que simula de maneira mais próxima a realidade, bem como para marcar mais intensamente a vida escolar do aluno, pelo simples fato de sair da escola e ter uma atividade diferente do usual.

Depois de receber o conhecimento teórico e realizar o treinamento prático em “laboratório” adequado às suas idades, os alunos maiores devem completar o treinamento nas ruas, sob supervisão, em condições reais do trânsito.

Também é importante destacar que o ensino de segurança no trânsito nas escolas deve abranger desde a pré-escola até as universidades, pois trata-se de assunto de fundamental importância para a preservação da integridade física das pessoas.

#### **10.4 FORMAÇÃO E APRIMORAMENTO DE CONDUTORES**

A aprendizagem teórica e prática visando à formação de condutores são tratadas, sobretudo, no capítulo XIV do Código de Trânsito Brasileiro e na resolução 168/04 do CONTRAN<sup>30</sup>.

Na resolução 168/04 do CONTRAN<sup>30</sup> são definidos os tópicos a serem abordados nos cursos teóricos e práticos para obtenção da Permissão para Dirigir, da renovação da Carteira Nacional de Habilitação e de reciclagem para motoristas infratores, bem como dos cursos especializados para formação de condutores de veículos de transporte coletivo de passageiros, de transporte de escolares, de transporte de produtos perigosos e de transporte de emergência.

Os tópicos a serem abordados no curso para a formação de condutores visando à obtenção da Permissão para Dirigir e da Autorização para Conduzir Ciclomotores são os seguintes: Legislação de Trânsito, Direção Defensiva, Noções de Primeiros Socorros, Noções de Proteção ao Meio Ambiente e de Convívio Social no Trânsito e Noções sobre o Funcionamento do Veículo de 2 e 4 Rodas, além do Curso de Prática de Direção Veicular.

Para renovação da CNH, os tópicos a serem tratados no curso são: Direção Defensiva e Noções de Primeiros Socorros.

No curso de reciclagem de condutores infratores, os tópicos a serem abordados são: Legislação de Trânsito, Direção Defensiva, Noções de Primeiros Socorros e Relacionamento Interpessoal.

No curso especializado para condutores de veículos de transporte coletivo de passageiros, de veículos de transporte escolar e de veículos de emergência, os tópicos são: Legislação de Trânsito, Direção Defensiva, Noções de Primeiros Socorros, Respeito ao Meio Ambiente, Convívio Social no Trânsito e Relacionamento Interpessoal.

No curso especializado para condutores de veículos de transporte de produtos perigosos, os tópicos são: Legislação de Trânsito, Direção Defensiva, Noções de Primeiros Socorros, Respeito ao Meio Ambiente, Prevenção de Incêndio e Movimentação de Produtos Perigosos.

Nos cursos de atualização obrigatórios para condutores de veículos especiais, os tópicos a serem abordados são os mesmos dos cursos de formação, porém com menor carga horária.

Também são definidos os conteúdos para os cursos de condutores que desejam mudar a categoria das suas habilitações.

O objetivo dos cursos de formação e atualização para condutores de veículos especiais é passar a eles as informações adicionais necessárias na condução desse tipo de veículo, bem como os procedimentos a serem adotados nos casos de emergência que possam ocorrer.

No curso de reciclagem para infratores, o objetivo é permitir a reflexão e o desenvolvimento de valores de respeito ao próximo, ao meio ambiente e à vida, bem como de solidariedade e de controle das emoções.

Também importante é o aperfeiçoamento dos condutores por intermédio de cursos de direção defensiva. O objetivo dos cursos de direção defensiva é ensinar o condutor a reconhecer antecipadamente as situações de perigo e prever o que pode acontecer com ele, com seus acompanhantes, com seu veículo e com os outros usuários da via e, assim, dirigir sempre com atenção, para, com antecedência, tomar as decisões corretas para evitar os acidentes.

## **10.5 CAMPANHAS EDUCATIVAS**

O Código de Trânsito Brasileiro dispõe sobre as campanhas educativas de âmbito nacional obrigatórias no artigo 75, que tem a seguinte redação: “O CONTRAN estabelecerá, anualmente, os temas e os cronogramas das campanhas de âmbito nacional que deverão ser promovidas por todos os órgãos ou entidades do Sistema Nacional de Trânsito, em especial nos períodos referentes às férias escolares, feriados prolongados e à Semana Nacional de Trânsito; § 1º– Os órgãos ou entidades do Sistema Nacional de Trânsito deverão promover outras campanhas no âmbito

*de sua circunscrição e de acordo com as peculiaridades locais; § 2º– As campanhas de que trata este artigo são de caráter permanente, e os serviços de rádio e difusão sonora de sons e imagens explorados pelo poder público são obrigados a difundir-las gratuitamente, com a frequência recomendada pelos órgãos competentes do Sistema Nacional de Trânsito”.*

Além desse artigo do código, a questão das campanhas educativas em nível nacional é tratada nas resoluções 30/98 e 314/09 do CONTRAN<sup>30</sup>.

A resolução 420/69 do CONTRAN<sup>30</sup> estabelece as diretrizes para a campanha nacional de trânsito que deverá ser realizada anualmente no país, no período de 18 a 25 de Setembro. Esta resolução prevê a realização de intensa propaganda, utilizando as seguintes estratégias: palestras em emissoras de rádio, televisão e outros meios, palestras em escolas, publicações diversas, cartazes, evento em local público para mostrar as consequências da inobservância das regras e leis de trânsito, desfile de veículos, ensinamentos práticos a pedestres e motoristas, concessão de prêmios e diplomas a motoristas, entidades ou pessoas que se destacaram em atividades relacionadas com a segurança no trânsito, etc.

A resolução 030/98 do CONTRAN<sup>30</sup> dispõe sobre a realização de campanhas permanentes de segurança no trânsito, que serão desenvolvidas em torno de temas específicos relacionados com os fatores de risco e com a produção dos acidentes de trânsito. Define, ainda, como os principais fatores de risco a serem trabalhados os seguintes: acidentes com pedestres, ingestão de álcool, excesso de velocidade, segurança veicular, equipamentos obrigatórios dos veículos e seu uso.

A resolução 314/09 do CONTRAN<sup>30</sup> estabelece os procedimentos para a execução das campanhas educativas de trânsito a serem promovidas pelos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito.

Os princípios que devem nortear uma boa comunicação (campanhas), segundo Yanaze<sup>57</sup>, devem basear-se em um processo que permita: criar consciência, chamar a atenção, despertar interesse, levar ao conhecimento, promover identificação, criar expectativa, criar desejo, garantir a preferência, levar à decisão, promover a ação, conseguir e manter a satisfação, suscitar interação, garantir a fidelização e levar à disseminação.

Outro aspecto importante na comunicação (campanhas) é a necessidade de conhecer em detalhes a situação do local e do público alvo, para que os resultados sejam satisfatórios.

Seguem algumas observações relevantes sobre o tema campanhas de segurança no trânsito baseadas em Delhomme et al.<sup>58</sup>.

Campanhas de segurança no trânsito constituem um conjunto de atividades de comunicação para convencer e/ou motivar pessoas em geral a mudarem as suas crenças e/ou os seus comportamentos visando à redução da acidentalidade viária geral ou de um segmento específico, por intermédio de uma ou mais modalidades de mídia frequentemente combinado com outras ações de suporte, como aumento

da fiscalização, mudança na legislação, concessão de prêmios, etc.

As campanhas de segurança no trânsito visam mudar comportamentos inadequados que aumentam os riscos de acidentes e/ou aumentar o conhecimento e o nível de consciência sobre os riscos.

Um ponto vital para a eficácia das campanhas de segurança no trânsito é a identificação do público alvo, uma vez que o conhecimento da audiência é fundamental para a elaboração de uma campanha eficiente.

Toda campanha voltada para a segurança no trânsito deve ser avaliada durante a sua implementação para que alguns ajustes sejam realizados e, no final, para efetivamente concluir da sua eficácia.

As campanhas de educação de trânsito podem assumir formas e procedimentos diversos, como apresentado a seguir.

## **CAMPANHAS PELA MÍDIA**

As campanhas de educação de trânsito veiculadas pelos grandes órgãos de comunicação (rádio, televisão, jornal e *outdoor*) podem ser voltadas para atingir toda a população ou um segmento específico de usuários (pedestres, motociclistas, crianças, etc.). Também podem focar aspectos genéricos relacionados com a segurança ou específicos.

A experiência mostra que as campanhas direcionadas a um segmento específico de usuários e/ou abordando aspectos específicos, apresentam maior eficácia que as campanhas genéricas. Os resultados são ainda melhores se as campanhas forem acompanhadas de uma intensificação da fiscalização voltadas para a questão focada.

As campanhas de educação de trânsito veiculadas pela mídia são, na sua maioria, de iniciativa do poder público. Há, no entanto, campanhas patrocinadas por organizações não governamentais e entidades privadas, como fabricantes de veículos, revendedores de veículos, redes de televisão, rádio e jornais, etc.

A experiência internacional na veiculação de campanhas pela mídia, sobretudo televisiva, aponta que resultados satisfatórios somente são conseguidos com a veiculação de mensagens e imagens impactantes que toquem profundamente as pessoas. Não se deve atuar no sentido de preservar as pessoas de tomar conhecimento dos horrores associados aos acidentes de trânsito; ao contrário, devem-se mostrar a elas mensagens e cenas que as choquem para que efetivamente mudem o seu comportamento no trânsito.

## **CAMPANHAS EM EMPRESAS, ESCOLAS E ORGANIZAÇÕES SOCIAIS**

Em muitas cidades, o poder público e/ou organizações não governamentais, promovem programas de educação para o trânsito mediante palestras e cursos, sobretudo de direção defensiva, em escolas, empresas, organizações sociais, etc. Esses programas têm caráter permanente ou esporádico — neste caso, realizados principalmente durante a Semana Nacional de Trânsito.

Muitas empresas e organizações, principalmente as que têm como atividade o transporte de carga e/ou de passageiros, promovem campanhas internas de educação para os seus funcionários com o intuito de diminuir o número de acidentes dentro de suas empresas e organizações.

## **CONCURSOS E PRÊMIOS**

Outro tipo de campanha de Educação para o Trânsito é a realização de concursos de desenhos, redação, etc. destinados a estudantes. Nesse caso, a atribuição de prêmios pode ser um elemento motivador para a participação de um grupo maior de escolares.

Também relevante é a realização de concursos e prêmios em outros âmbitos, como aqueles realizados periodicamente pelo DENATRAN (Departamento Nacional de Trânsito do Ministério das Cidades) e pela Volvo do Brasil (empresa fabricante de veículos) em nível nacional, envolvendo distintas atividades.

## **CONCENTRAÇÕES, CARREATAS E PASSEATAS**

Eventos como concentrações, carreatas e passeatas, normalmente animadas com músicas e/ou outras atrações, também são empregados no sentido de divulgar a importância do comportamento correto das pessoas no trânsito para evitar os acidentes.

Em geral, esses eventos são divulgados com antecedência pela mídia e acompanhados com a distribuição de panfletos com conteúdo informativo e educativo.

## **VEICULAÇÃO DE INFORMAÇÕES EDUCATIVAS MEDIANTE OUTDOORS, CARTAZES, PANFLETOS E CARTÕES**

A veiculação de informações educativas por meio de *outdoors*, cartazes, panfletos e cartões (telefônicos ou de outra natureza) também são procedimentos empregados dentro do contexto da Educação para o Trânsito.

## 10.6 QUESTÕES

1. No que consiste a Educação para o Trânsito?
2. Qual o objetivo da Educação para o Trânsito?
3. Por que a Educação de Trânsito é de grande importância no mundo atual?
4. Qual a maior dificuldade da Educação para o Trânsito nos países não desenvolvidos?
5. A Educação para o Trânsito deve ser dirigida apenas a escolares? Deve ser algo de responsabilidade apenas das escolas e dos pais? Deve ser algo estanque?
6. Quais as três vertentes associadas à Educação para o Trânsito? Discorrer sobre cada uma delas.
7. Citar os dispositivos legais que fazem referência à Educação para o Trânsito e comentar brevemente o conteúdo explicitado em cada um deles.
8. Quais são, genericamente, as áreas de atuação da Educação para o Trânsito?
9. Discorrer brevemente sobre a Educação para o Trânsito nas escolas.
10. Discorrer sucintamente sobre a formação de condutores.
11. Discorrer resumidamente sobre as campanhas educativas no contexto da Educação para o Trânsito.



# 11

## MEDICINA DE TRÁFEGO

### 11.1 INTRODUÇÃO

As considerações que seguem são baseadas em ABRAMET<sup>23</sup>.

A Medicina de Tráfego é o ramo da Ciência Médica que trata da manutenção do bem estar físico, psíquico e social do ser humano que se desloca por qualquer modo de transporte. Dessa forma, um dos focos da Medicina de Tráfego é estudar as causas dos acidentes de trânsito com a finalidade de prevenir a ocorrência dos mesmos ou mitigar as suas consequências, bem como contribuir com subsídios técnicos para a elaboração do ordenamento legal e a adequação do comportamento dos usuários no sistema viário.

A Medicina de Tráfego surgiu no ano de 1960, durante um Congresso de Medicina Legal na cidade de Nova York, Estados Unidos. Os médicos legistas, inclusive do Brasil, presentes nesse evento, impressionados com o crescente número de feridos e mortos nos acidentes de trânsito, decidiram reunir-se no mesmo ano na cidade de San Remo, Itália, quando, então, fundaram a Associação Internacional de Medicina dos Acidentes e do Tráfego (*IAATM*). O primeiro Congresso dessa Associação teve lugar em Roma, Itália, no ano de 1963.

O desenvolvimento da Medicina de Tráfego no país está diretamente ligado à ABRAMET (Associação Brasileira de Medicina de Tráfego), fundada em 1980, que congrega os especialistas em Medicina de Tráfego e demais profissionais que se interessam pela segurança no trânsito. Trata-se de uma entidade médica sem fins lucrativos, que tem por objetivo realizar estudos capazes de contribuir para a promoção da saúde e prevenção de acidentes no ambiente do trânsito, bem como promover pesquisas científicas, cursos e a divulgação de informações relativas à segurança no trânsito e à saúde dos condutores.

Dentre as suas inúmeras atividades, a ABRAMET desenvolve e publica trabalhos científicos ligados à Medicina de Tráfego e à Segurança no Trânsito; realiza intercâmbio científico e associativo com entidades congêneres nacionais e internacionais; atua junto ao poder público fornecendo subsídios visando à aplicação de uma legislação adequada e eficiente relativa à segurança viária; e divulga e incentiva em todos os níveis o conhecimento sobre temas relacionados à Medicina de Tráfego e à Segurança no Trânsito, por intermédio de campanhas educativas, estudos e ações de prevenção. Duas atividades de grande visibilidade realizadas pela ABRAMET são a publicação de revista contendo artigos e informações e a realização de congressos.

No Brasil, a Medicina de Tráfego é uma especialidade médica reconhecida pela Associação Médica Brasileira, pelo Conselho Federal de Medicina e pela Comissão Nacional de Residência Médica. A organização que confere o título aos profissionais que se habilitam como especialistas em Medicina de Tráfego é a ABRAMET.

## 11.2 ÁREAS DE ATUAÇÃO

As principais áreas de atuação da Medicina de Tráfego são: preventiva, curativa, legal, ocupacional e medicina de viagem.

No contexto da Medicina de Tráfego preventiva, o exame de aptidão física e mental dos condutores, necessários para obtenção da primeira habilitação e da renovação da habilitação, é de grande relevância, uma vez que permite identificar a presença de doenças físicas ou mentais que podem levar ao impedimento temporário ou definitivo da ação de conduzir tendo em conta o risco para a segurança no trânsito.

A Medicina de Tráfego curativa abrange, em uma visão geral, as seguintes etapas do atendimento das vítimas dos acidentes de trânsito: no local do acidente e no transporte até o hospital (atendimento pré-hospitalar); de urgência no momento da chegada ao hospital; hospitalar das pessoas internadas; ambulatorial das vítimas não internadas; e reabilitação física e/ou psicológica das vítimas com sequelas.

A Medicina de Tráfego legal realiza perícias, avaliações e colabora com a elaboração dos preceitos legais afetos ao sistema de trânsito.

A Medicina de Tráfego ocupacional cuida da prevenção das doenças dos condutores profissionais, como, por exemplo, perda auditiva, zumbido no ouvido, problemas respiratórios, doenças osteomusculares, neuroses, fobias e distúrbios comportamentais. Outro foco dessa especialidade são os aspectos ergonômicos do exercício da profissão de motorista, as condições inseguras do tráfego e a normatização dos exames a que devem ser submetidos os motoristas que dirigem profissionalmente, conforme os riscos a que estão expostos. Também faz parte das atribuições deste campo da Medicina de Tráfego sugerir procedimentos médicos a serem implementados por ocasião dos exames de admissão e demissão nas empresas, bem como nos exames periódicos.

A Medicina de Viagem é um ramo mais recente da Medicina de Tráfego, que vem despertando interesse cada vez maior em razão da intensificação dos deslocamentos humanos. Constitui uma área promissora de atuação da Medicina de Tráfego, pois contempla, entre outros aspectos, a prevenção de doenças infecto-contagiosas e os acidentes com animais peçonhentos que podem ocorrer durante a viagem ou no destino do viajante; a imunização mediante aplicação de vacinas,

seja para viagens nacionais ou internacionais; as patologias relacionadas com o meio de transporte e com as mudanças geográficas como altitude e clima; etc.

### **11.3 EXAME DE APTIDÃO FÍSICA E MENTAL**

#### **REGULAMENTAÇÃO QUANTO À OBRIGATORIEDADE**

O exame de aptidão física e mental, obrigatório para os condutores de veículos automotores em determinadas situações, é regulamentado, sobretudo, nos artigos 147 e 148 do Código de Trânsito Brasileiro (Lei 9.503 de 1997), modificado posteriormente pelas leis 9.602 de 1998 e 10.350 de 2001, conforme reproduzido a seguir.

*Art. 147. O candidato à habilitação deverá submeter-se a exames realizados pelo órgão executivo de trânsito, na seguinte ordem:*

*I – de aptidão física e mental;*

*II – (VETADO)*

*III – escrito, sobre legislação de trânsito;*

*IV – de noções de primeiros socorros, conforme regulamentação do CONTRAN;*

*V – de direção veicular, realizado na via pública, em veículo da categoria para a qual estiver habilitando-se.*

*§ 1º Os resultados dos exames e a identificação dos respectivos examinadores serão registrados no RENACH. (Renumerado do parágrafo único, pela Lei nº 9.602, de 1998).*

*§ 2º O exame de aptidão física e mental será preliminar e renovável a cada cinco anos, ou a cada três anos para condutores com mais de sessenta e cinco anos de idade, no local de residência ou domicílio do examinado. (Incluído pela Lei nº 9.602, de 1998).*

*§ 3º O exame previsto no § 2º incluirá avaliação psicológica preliminar e complementar sempre que a ele se submeter o condutor que exerce atividade remunerada ao veículo, incluindo-se esta avaliação para os demais candidatos apenas no exame referente à primeira habilitação. (Redação dada pela Lei nº 10.350, de 2001).*

*§ 4º Quando houver indícios de deficiência física, mental, ou de progressividade de doença que possa diminuir a capacidade para conduzir o veículo, o prazo previsto no § 2º poderá ser diminuído por proposta do perito examinador. (Incluído pela Lei nº 9.602, de 1998).*

*§ 5º O condutor que exerce atividade remunerada ao veículo terá essa informação incluída na sua Carteira Nacional de Habilitação, conforme especificações do Conselho Nacional de Trânsito – Contran. (Incluído pela Lei nº 10.350, de 2001).*

Também cabe reproduzir o artigo 148.

*Art. 148. Os exames de habilitação, exceto os de direção veicular, poderão ser aplicados por entidades públicas ou privadas credenciadas pelo órgão executivo de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, de acordo com as normas estabelecidas pelo CONTRAN.*

## **REGULAMENTAÇÃO QUANTO À OPERACIONALIZAÇÃO DO EXAME**

### **Resolução 267/08 alterada pela resolução 283/08 do CONTRAN**

Esta resolução dispõe sobre os exames de aptidão física e mental e os exames de avaliação psicológica. A seguir são reproduzidos os artigos 1º e 2º da mesma.

*Art. 1º O exame de aptidão física e mental, a avaliação psicológica e o credenciamento das entidades públicas e privadas para realização destes, de que tratam o art. 147, I e §§ 1º a 4º e o art. 148 do Código de Trânsito Brasileiro, bem como os respectivos procedimentos, obedecerão ao disposto nesta Resolução.*

*Art. 2º Caberá ao Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN, criar e disciplinar o uso do formulário Registro Nacional de Condutores Habilitados – RENACH, destinado à coleta de dados dos candidatos à obtenção da Autorização para Conduzir Ciclomotor – ACC, da Carteira Nacional de Habilitação – CNH, renovação, adição e mudança de categoria, bem como determinar aos órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, no âmbito de suas circunscrições, a sua utilização.*

A seguir são apresentados os principais aspectos do exame de aptidão física e mental.

Por ocasião do exame de aptidão física e mental para condutores de veículos automotores são exigidos os seguintes procedimentos médicos:

- Anamnese (entrevista realizada por meio de questionário e interrogatório complementar);
- Exame físico geral, no qual o médico perito examinador deverá observar o tipo morfológico do paciente, seu comportamento e atitude frente ao examinador (humor, aparência, fala, contactuação e compreensão, perturbações da percepção e atenção, orientação, memória e concentração, controle de impulsos e indícios do uso de substâncias psicoativas), seu estado geral (face, tufismo, nutrição, hidratação, coloração da pele e mucosas, deformidades e cicatrizes) visando à detecção de enfermidades que possam constituir risco para a direção veicular;
- Exames específicos (avaliação oftalmológica, avaliação otorrinolaringológica, avaliação cardiorrespiratória, avaliação neurológica, avaliação do aparelho locomotor, avaliação dos distúrbios do sono – exigida quando da renovação,

adição e mudança para as categorias C, D e E, exames complementares ou especializados – solicitados a critério médico);

- O exame de aptidão física e mental do candidato portador de deficiência física será realizado por Junta Médica Especial designada pelo Diretor do órgão ou entidade executivo de trânsito do Estado ou do Distrito Federal.

O parecer médico perito examinador de trânsito deverá indicar uma das seguintes situações:

- Apto – quando não houver contraindicação para condução de veículos na categoria pretendida pelo candidato;
- Apto com restrições – quando houver necessidade de registro na CNH de qualquer restrição referente ao condutor ou adaptação veicular;
- Inapto temporariamente – quando o motivo da reprovação para a condução de veículo automotor na categoria pretendida for passível de tratamento ou correção;
- Inapto – quando o motivo da reprovação para condução de veículo automotor na categoria pretendida for irreversível não havendo possibilidade de tratamento ou correção.

No resultado poderão ser utilizadas, a critério médico, as seguintes observações: obrigatório o uso de lentes corretoras; obrigatório o uso de otophone; obrigatório o uso de veículo automático; obrigatório o uso de veículo automático com direção hidráulica; obrigatório o uso de veículo adaptado; obrigatório o uso de veículo adaptado com direção hidráulica; obrigatório o uso de moto com carro lateral (*side car*) e câmbio manual adaptado; obrigatório o uso de moto com carro lateral (*side car*) e freio manual adaptado; apto portador de deficiência física; etc.

Também poderão ser feitas as seguintes restrições: tempo de validade do exame; vedado dirigir em rodovias; vedado dirigir após o por do sol; vedada a atividade remunerada; etc.

São definidos os procedimentos a serem realizados no caso dos condutores portadores de defeito físico, incluindo a relação das adaptações necessárias no veículo em função do tipo de deficiência física.

Outro aspecto tratado diz respeito aos requisitos para o credenciamento de médicos pelos órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal para atuarem na realização de exames de aptidão física e mental, e que são os seguintes: no mínimo dois anos de formado, regularmente inscritos em seus respectivos conselhos e ter o Título de Especialista em Medicina de Tráfego, expedido de acordo com as normas da Associação Médica Brasileira – AMB e do Conselho Federal de Medicina – CFM ou Capacitação (apenas para quem concluiu o curso até Julho de 2008) de acordo com o programa aprovado pela Comissão Nacional de Residência Médica – CNRM.

Também são estabelecidas as normas dos cursos de capacitação para os médicos, que deverá ser ministrado por universidades públicas ou privadas reconhecidas pelo MEC.

O conteúdo programático do curso deverá ser o seguinte: Medicina de Tráfego; Medicina de Tráfego Preventiva e Medicina de Tráfego Legal; Comportamento do condutor; O álcool nos acidentes de trânsito; Outras drogas; Medicina de Tráfego Legal; Epidemiologia do acidente de trânsito; Grupos de alto risco em desastres; Engenharia, rodovias e fatores ambientais como causas de acidentes; Critérios para a habilitação de pessoa com deficiência; Medidas e equipamentos de segurança ativa e passiva; Medicina de Tráfego Curativa (Emergências clínicas e traumáticas – cirúrgicas); Medicina do Tráfego Ocupacional; Medicina de Viagem; Medicina de Tráfego Aéreo; Medicina do Tráfego Aquático; e Medicina do Tráfego Ferroviário.

Também são definidos outros aspectos, como: fiscalização dos profissionais, preços dos exames, características das instalações dos locais dos exames, equipamentos médicos necessários nos exames, etc.

### **OBSERVAÇÕES SOBRE O EXAME DE APTIDÃO FÍSICA E MENTAL**

Do estado físico e mental dos condutores depende a vida deles próprios e de outras pessoas, o que confere ao exame de aptidão física e mental grande relevância, devendo, portanto, caracterizar um ato médico e não apenas um mero procedimento burocrático.

O médico deve ter em conta que o exame de aptidão física e mental para condutores funciona de certa forma como uma ação de saúde pública, pois para muitas pessoas é uma das poucas oportunidades de ser atendido por um médico. Daí a necessidade de cuidado redobrado com o exame e, se detectada alguma doença, a orientação para a pessoa e o encaminhamento para tratamento médico.

O artigo 153 do Código de Trânsito Brasileiro determina que “*O candidato habilitado terá em seu prontuário a identificação de seus instrutores e examinadores, que serão passíveis de punição conforme regulamentação a ser estabelecida pelo CONTRAN*”. A dificuldade de avaliar as repercussões de certas doenças no desempenho do condutor e a inexistência de critérios conclusivos na legislação tornam difícil para o médico perito examinador estabelecer um parecer adequado. Não há na legislação brasileira qualquer referência a patologias que possam ser consideradas impeditivas ou restritivas para a condução de veículos automotores, embora existam evidências de que algumas doenças aumentam bastante a probabilidade do condutor ter agravado o seu estado de saúde e de se envolver em acidentes.

### **11.4 ATENDIMENTO ÀS VÍTIMAS DOS ACIDENTES**

O atendimento às vítimas dos acidentes pode ser considerado envolvendo, usualmente, as seguintes etapas:

- Atendimento por pessoas não especializadas no local (primeiros socorros);

- Atendimento por equipe especializada no local;
- Transporte por equipe especializada até o hospital;
- Atendimento de urgência na chegada ao hospital;
- Tratamento hospitalar ou ambulatorial;
- Reabilitação física e psicológica.

A seguir são comentadas brevemente essas várias etapas.

## **PRIMEIROS SOCORROS**

Os primeiros socorros são as providências que devem ser imediatamente tomadas após o acidente, por pessoas que estejam no local, e envolvem as seguintes ações:

- Sinalizar o local, utilizando triângulos de segurança, arbustos, etc. e ligando o pisca alerta de veículos próximos, para evitar o agravamento da situação e garantir segurança àqueles que vão prestar socorro às vítimas;
- Ligar para 192 (SAMU – Serviço de Atendimento Móvel de Urgência), 193 (Resgate do Corpo de Bombeiros) ou 190 (Polícia Militar), informando o local do acidente e as características do mesmo;
- Tranquilizar as vítimas que estiverem conscientes informando que o socorro já está a caminho e não tentar levantar ou carregar a vítima e nem dar nada para beber;
- Prestar os primeiros socorros às vítimas graves mediante a utilização de técnicas simples (que são ensinadas por ocasião do exame para obtenção do documento de habilitação, ou em cursos específicos): respiração artificial boca a boca, estancamento de hemorragia, etc.

Em alguns acidentes outras providências urgentes são necessárias: utilizar extintores para apagar incêndio, afastar pessoas do local devido ao derramamento ou escape de substâncias tóxicas, etc.

## **SOCORRO ESPECIALIZADO NO LOCAL E NO TRANSPORTE**

Uma equipe especializada de socorro deve contar com médicos e/ou paramédicos especializados e com equipamentos adequados para o atendimento de urgência no local do acidente, bem como com ambulâncias equipadas para realizar os procedimentos médicos indicados durante o transporte das vítimas até o hospital.

Nos acidentes em que há vítimas presas nas ferragens, é necessária a presença de equipe especializada com ferramentas e equipamentos apropriados para livrar as pessoas encarceradas.

Quanto mais rápida a chegada de equipe especializada no local do acidente e quanto melhor a qualidade do atendimento, que depende de profissionais treinados

e de equipamentos adequados, maiores as chances de sobrevivência das vítimas em estado grave, bem como de evitar sequelas graves definitivas. Também relevante para a sobrevivência, ou minimização das sequelas, é o tempo de chegada das vítimas ao hospital.

### **ATENDIMENTO DE URGÊNCIA NA CHEGADA AO HOSPITAL**

Uma etapa vital para a sobrevivência, ou minimização da probabilidade de sequelas definitivas, das vítimas em estado grave, são as ações de urgência efetuadas na chegada ao hospital.

Para isso, é necessário contar com equipe médica especializada em Traumatologia, cirurgias experientes e instalações (como centros de terapia intensiva) e equipamentos adequados.

### **TRATAMENTO HOSPITALAR**

Após receber os cuidados médicos de urgência, as vítimas graves permanecem internadas no hospital visando o monitoramento médico constante do seu estado físico e psicológico, acompanhado da administração de medicamentos e, se necessário, da realização de intervenções cirúrgicas.

Também neste caso, conta a favor da recuperação segura e rápida das vítimas a existência de corpo médico especializado e hospital dotado de equipamentos e instalações adequadas.

### **TRATAMENTO AMBULATORIAL**

O tratamento ambulatorial, indicado para vítimas com lesões leves, ou vítimas graves em processo final de recuperação, consiste na administração de medicamentos e acompanhamento médico menos frequente.

### **REABILITAÇÃO FÍSICA E PSICOLÓGICA**

Muitas das vítimas dos acidentes de trânsito necessitam passar por tratamento de reabilitação física (para recuperar movimentos, etc.) e/ou psicológica (para vencer traumas decorrentes de situações de sofrimento físico extremo, proximidade da morte, perda de pessoas próximas, etc.).

Reconhecidamente, as sequelas advindas dos acidentes de trânsito, como o transtorno do estresse pós-traumático (TEPT), são de difícil diagnóstico e tratamento. Por isso, é fundamental contar com centros especializados dotados de instalações e equipamentos adequados, como também com profissionais especializados.

## 11.5 IMPORTÂNCIA DA RAPIDEZ E DA QUALIDADE DO ATENDIMENTO

A probabilidade de sobrevivência das vítimas dos acidentes de trânsito depende muito do tempo de chegada do socorro médico especializado no local do acidente, bem como da qualidade do atendimento. A seguir são citados dados de algumas pesquisas realizadas sobre o assunto.

Estudo desenvolvido por Brown (fonte: Elvik & Vaa<sup>19</sup>) apresentou os seguintes resultados:

- Chegada da ambulância no local menos de 10min após o acidente: 6,3% das vítimas morreram;
- Chegada da ambulância no local entre 11 e 20min após o acidente: 9,3% das vítimas morreram;
- Chegada da ambulância no local entre 21 e 30min após o acidente: 10,8% das vítimas morreram;
- Chegada da ambulância no local entre 31 e 120min após o acidente: 12,2% das vítimas morreram;
- Chegada da ambulância no local mais de 120min após o acidente: 13,4% das vítimas morreram.

Estudos de Sampalis et al. (fonte: Elvik et al.<sup>8</sup>) mostraram que quando o tempo transcorrido entre o acidente e a hospitalização é maior que uma hora, as chances de não sobreviver nos seis primeiros dias após o acidente é de 1,27 a 5,06 vezes maior (melhor estimativa = 3,01).

Henriksson et al. (fonte: Elvik & Vaa<sup>19</sup>) estudaram a relação entre a probabilidade de sobrevivência e o tempo decorrido entre o momento do acidente e a chegada ao hospital, bem como da existência ou não de atendimento especializado no hospital. Os resultados encontrados foram os seguintes:

- Cerca de 50% dos mortos em acidentes de trânsito apresentavam lesões de tal magnitude que não teriam sobrevivido em nenhuma circunstância;
- Cerca de 12% dos mortos teriam sobrevivido se tivessem sido transportados mais rapidamente a um hospital;
- Cerca de 33% dos mortos teriam sobrevivido se tivessem sido transportados mais rapidamente a um hospital especializado em traumatologia;
- Cerca de 5% dos mortos somente foram encontrados muito tempo depois do acidente.

As taxas de mortes em áreas rurais, onde teoricamente o tempo entre o acidente e o atendimento às vítimas é maior, mostraram-se entre 1,18 e 3,31 vezes superiores em relação às áreas urbanas. Brodsky & Hakkert, Maio et al., Muelleman et al. (fonte: Elvik et al.<sup>8</sup>).

Na Tabela 11.1 são reproduzidos dados sobre a porcentagem de sobrevivência das vítimas dos acidentes em alguns municípios localizados em países com distintos níveis de desenvolvimento econômico-social. *WHO*<sup>2</sup>.

**Tabela 11.1 – Distribuição percentual das mortes em acidentes de trânsito observada em municípios de distintos países. Fonte WHO<sup>2</sup>.**

Descrição	Kumasi (Gana)	Monterrey (México)	Seattle (Estados Unidos)	Valores médios dos países da Europa
Estágio de desenvolvimento do país	Pequeno	Médio	Alto	Muito alto
Antes de entrar no hospital	81	72	59	50
No hospital	19	28	41	50

Os números da Tabela 11.1 mostram que quanto maior o grau de desenvolvimento do país ou estado, o que significa melhores condições de atendimento às vítimas dos acidentes de trânsito antes de chegarem ao hospital (caracterizadas por menores tempos entre a ocorrência do acidente e a chegada ao hospital e por assistência médica de melhor qualidade no local do acidente e no transporte até o hospital), maior a probabilidade da vítima sobreviver.

## 11.6 QUESTÕES

1. Conceituar Medicina de Tráfego.
2. No que consiste a ABRAMET? Quais as principais atividades desenvolvidas pela entidade?
3. Quais as áreas de atuação da Medicina de Tráfego? Explicar sucintamente cada uma delas.
4. Onde está legalmente estabelecida a obrigatoriedade da realização do exame de aptidão física e mental para condutores? Quem está obrigado a fazer esse exame?
5. Que documentos da legislação vigente tratam da operacionalização do exame de aptidão física e mental?
6. Citar os principais aspectos tratados na resolução 267/08 do CONTRAN.
7. Como é realizada a avaliação física e mental para condutores?
8. Comentar sobre os problemas existentes na legislação em vigor no tocante ao exame de aptidão física e mental.
9. Quais as etapas envolvidas no atendimento às vítimas dos acidentes de trânsito? Escrever comentários breves sobre cada uma delas.

10. Comentar sobre a importância da rapidez no socorro especializado às vítimas dos acidentes de trânsito, bem como da qualidade do atendimento. Citar dados a respeito.



# 12

## PSICOLOGIA DO TRÂNSITO

### 12.1 INTRODUÇÃO

As considerações que seguem são baseadas principalmente em Rozenstraten<sup>59</sup>.

A Psicologia do Trânsito é a área da Psicologia que trata do comportamento das pessoas no trânsito, seja como pedestre, condutor ou passageiro.

As principais áreas de atuação da Psicologia do Trânsito são as seguintes:

- Realização do exame psicológico previsto na legislação para os condutores de veículos automotores, que pode levar a impedimentos de dirigir temporários ou definitivos;
- Reabilitação de condutores com desvios de conduta;
- Definição e aplicação de ações que possam contribuir para a melhoria do comportamento dos usuários no trânsito, de modo a promover uma maior segurança viária e reduzir desentendimentos no trânsito;
- Acompanhamento e aconselhamento de motoristas profissionais, autônomos ou de empresas, visando preservar a saúde mental dos mesmos para garantir um comportamento adequado no trânsito.

Do ponto de vista psicológico, os principais fatores relacionados com a ocorrência dos acidentes de trânsito são:

- Não percepção correta dos riscos;
- Aceitação de riscos maiores que os normalmente aceitos;
- Falha no processo de percepção e processamento das informações e tomada de decisão;
- Falta de controle das emoções e dos impulsos.

Todos esses fatores são sensíveis às condições físicas e psicológicas do condutor ou pedestre, as quais podem ser afetadas por alguns tipos de doença, desajuste social, ingestão de álcool e/ou droga, estímulo negativo de outras pessoas, sonolência, cansaço, estresse, pressa excessiva, etc.

Muitos dos acidentes de trânsito resultantes de falhas humanas podem ser evitados com:

- Maior conhecimento e melhor treinamento;
- Convencimento da importância de dirigir com cuidado e respeitar as normas do trânsito;
- Desenvolvimento do autocontrole para controlar as emoções e os impulsos;
- Melhoria da concentração.

Os três últimos aspectos mencionados estão fortemente ligados à área da Psicologia do Trânsito.

## **12.2 ATIVIDADES DA PSICOLOGIA NO TRÂNSITO**

As principais atividades no campo da Psicologia do Trânsito são:

- Aplicação dos exames de avaliação psicológica obrigatório para futuros condutores;
- Aplicação dos exames de avaliação psicológica para condutores profissionais nas empresas de transporte, sobretudo no processo de admissão;
- Reabilitação psicológica de condutores infratores e envolvidos em acidentes de trânsito;
- Acompanhamento e aconselhamento de motoristas profissionais, autônomos ou de empresas, visando preservar a saúde mental dos mesmos para garantir um comportamento adequado no trânsito;
- Elaboração de programas de educação para o trânsito nas escolas e na formação de condutores, instrutores, agentes de trânsito, etc., utilizando conceitos psicopedagógicos;
- Elaboração de campanhas de segurança no trânsito, também com base em conceitos psicopedagógicos;
- Ensino da matéria em cursos de especialização;
- Desenvolvimento de ações socioeducativas com pedestres, ciclistas, condutores, etc.;
- Atuação como perito em demandas envolvendo acidentes de trânsito;
- Elaboração de laudos, pareceres psicológicos, relatórios técnicos e científicos;
- Desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre o comportamento das pessoas no trânsito considerando os diversos fatores que interferem no comportamento, visando fornecer subsídios para a elaboração e a aplicação de ações para a melhoria da segurança viária;
- Contribuição na análise e descrição do ato de dirigir e na necessidade de adaptações ergonômicas para execução segura dessa tarefa no projeto de novos veículos.

## **12.3 EXAME DE AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA PARA CONDUTORES**

### **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

A avaliação psicológica, obrigatória para a obtenção do documento de habilitação para conduzir veículos automotores, da adição de categoria ao documento de habilitação e da renovação do documento de habilitação para os condutores que exercem atividade remunerada, é realizada mediante exames psicológicos com a avaliação dos candidatos através de testes específicos.

Os testes têm a função de mensurar características e diferenças individuais e as reações do indivíduo. São utilizados testes objetivos, para mensurar a inteligência e aptidões, e de personalidade, para conhecer o tipo de comportamento. Os testes visam verificar a existência de manifestações de distúrbios que sejam incompatíveis com a ação de conduzir, de abuso de álcool ou drogas, de sintomas de estresse e de alterações da estrutura psíquica do candidato.

## **REGULAMENTAÇÃO QUANTO À OBRIGATORIEDADE**

O exame de avaliação psicológica, obrigatório para os condutores de veículos automotores em determinadas situações, é regulamentado, sobretudo, nos artigos 147 e 148 do Código de Trânsito Brasileiro (Lei 9.503 de 1997), modificado posteriormente pelas leis 9.602 de 1998 e 10.350 de 2001, conforme reproduzido a seguir.

*Art. 147. O candidato à habilitação deverá submeter-se a exames realizados pelo órgão executivo de trânsito, na seguinte ordem:*

*I - de aptidão física e mental;*

*II - (VETADO)*

*III - escrito, sobre legislação de trânsito;*

*IV - de noções de primeiros socorros, conforme regulamentação do CONTRAN;*

*V - de direção veicular, realizado na via pública, em veículo da categoria para a qual estiver habilitando-se.*

*§ 1º Os resultados dos exames e a identificação dos respectivos examinadores serão registrados no RENACH. (Renumerado do parágrafo único, pela Lei nº 9.602, de 1998).*

*§ 2º O exame de aptidão física e mental será preliminar e renovável a cada cinco anos, ou a cada três anos para condutores com mais de sessenta e cinco anos de idade, no local de residência ou domicílio do examinado. (Incluído pela Lei nº 9.602, de 1998).*

*§ 3º O exame previsto no § 2º incluirá avaliação psicológica preliminar e complementar sempre que a ele se submeter o condutor que exerce atividade remunerada ao veículo, incluindo-se esta avaliação para os demais candidatos apenas no exame referente à primeira habilitação. (Redação dada pela Lei nº 10.350, de 2001).*

*§ 4º Quando houver indícios de deficiência física, mental, ou de progressividade de doença que possa diminuir a capacidade para conduzir o veículo, o prazo previsto no § 2º poderá ser diminuído por proposta do perito examinador. (Incluído pela Lei nº 9.602, de 1998).*

*§ 5º O condutor que exerce atividade remunerada ao veículo terá essa informação incluída na sua Carteira Nacional de Habilitação, conforme*

*especificações do Conselho Nacional de Trânsito – Contran. (Incluído pela Lei nº 10.350, de 2001).*

Também cabe reproduzir o artigo 148.

*Art. 148. Os exames de habilitação, exceto os de direção veicular, poderão ser aplicados por entidades públicas ou privadas credenciadas pelo órgão executivo de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, de acordo com as normas estabelecidas pelo CONTRAN.*

## **REGULAMENTAÇÃO QUANTO À OPERACIONALIZAÇÃO DO EXAME**

### **Resolução 267/08 alterada pela resolução 283/08 do CONTRAN**

Esta resolução dispõe sobre os exames de aptidão física e mental e os exames de avaliação psicológica. A seguir são reproduzidos os artigos 1º e 2º da mesma.

*Art. 1º O exame de aptidão física e mental, a avaliação psicológica e o credenciamento das entidades públicas e privadas para realização destes, de que tratam o art. 147, I e §§ 1º a 4º e o art. 148 do Código de Trânsito Brasileiro, bem como os respectivos procedimentos, obedecerão ao disposto nesta Resolução.*

*Art. 2º Caberá ao Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN, criar e disciplinar o uso do formulário Registro Nacional de Condutores Habilitados – RENACH, destinado à coleta de dados dos candidatos à obtenção da Autorização para Conduzir Ciclomotor – ACC, da Carteira Nacional de Habilitação – CNH, renovação, adição e mudança de categoria, bem como determinar aos órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, no âmbito de suas circunscrições, a sua utilização.*

A seguir são apresentados os principais aspectos da avaliação psicológica.

Na avaliação psicológica deverão ser aferidos os seguintes processos psíquicos: tomada de informação; processamento de informação; tomada de decisão; comportamento; auto-avaliação do comportamento; traços de personalidade. Para isso, são utilizados os seguintes métodos/técnicas psicológicos:

- Entrevistas diretas e individuais;
- Testes psicológicos, que deverão estar de acordo com resoluções vigentes do Conselho Federal de Psicologia – CFP, que definam e regulamentem o uso de testes psicológicos;
- Dinâmicas de grupo;
- Escuta e intervenções verbais.

O candidato a CNH portador de defeito físico será avaliado do ponto de vista psicológico a partir de técnicas psicológicas que sejam compatíveis com a condição de cada um.

A avaliação psicológica deverá atender as diretrizes do Manual de Elaboração

de Documentos Escritos instituído pelo Conselho Federal de Psicologia.

O parecer final do psicólogo perito examinador de trânsito, que deve ser disponibilizado no prazo máximo de dois dias úteis, deverá se enquadrar em uma das seguintes categorias:

- Apto – quando apresentar desempenho condizente para a condução de veículo automotor (quando o condutor apresentar distúrbios ou comprometimentos psicológicos que estejam temporariamente sob controle, o candidato será considerado apto, porém com diminuição do prazo de validade da avaliação);
- Inapto temporário – quando não apresentar desempenho condizente para a condução de veículo automotor, porém passível de adequação ao final do prazo de inaptidão, mediante a submissão do candidato a uma nova avaliação;
- Inapto – quando não apresentar desempenho condizente para a condução de veículo automotor.

O credenciamento de empresas especializadas será feito segundo critérios próprios dos órgãos ou entidades executivos de trânsito dos Estados e do Distrito Federal, devendo ser respeitadas as seguintes condições: o psicólogo responsável técnico deverá ter no mínimo dois anos de formado; estar com o registro de psicólogo atualizado no respectivo Conselho Regional de Psicologia; ter Título de Especialista em Psicologia do Trânsito reconhecido pelo Conselho Federal de Psicologia ou ter concluído com aproveitamento o curso “Capacitação Para Psicólogo Perito Examinador de Trânsito”, que será ministrado por instituições de ensino superior reconhecidas pelo MEC. A realização de cursos de capacitação garante a solicitação de credenciamento apenas até fevereiro de 2013, a partir de quando apenas será considerado o título de especialista.

O curso de capacitação deverá ter carga horária de 180 horas, sendo que o candidato deve obter nota igual ou superior a sete em cada um dos itens do seguinte conteúdo programático: Psicologia do Trânsito e Prevenção De Acidentes; Metodologia da Pesquisa Aplicada à Psicologia de Trânsito; Inter-relação da Psicologia do Trânsito com Legislação do Trânsito, Psicologia Social, Engenharia do Trânsito, Saúde Pública, Ética Profissional, Educação e Cidadania no Trânsito; Peritagem e Elaboração de Documentos; Normas e Procedimentos da Avaliação Psicológica; e Ensaio Monográfico.

Além dos aspectos citados, a resolução aborda os seguintes outros aspectos: tipos de documentos a serem arquivados pelo psicólogo, fiscalização dos profissionais, preços do exames, características das instalações dos locais dos exames, equipamentos técnicos necessários nos exames, recursos a serem interpostos pelos candidatos considerados inaptos e constituição da junta para reavaliação quando pertinente, responsabilidade do profissional psicólogo acerca dos resultados dos exames, etc.

## **12.4 COMPORTAMENTO DOS CONDUTORES**

### **DESVIOS DA PERSONALIDADE E SEGURANÇA DO TRÂNSITO**

Alguns condutores apresentam desvio de personalidade que os tornam mais propensos a se envolver em acidentes de trânsito e, por isso, deveriam passar por tratamento psicológico para readequar o seu comportamento.

A seguir são discutidos os principais desvios de comportamento observados nos condutores:

- Conductor depressivo – nos momentos de crise dá pouco valor à segurança;
- Conductor introvertido – imerso nos seus pensamentos e problemas, com frequência se mostra desatento ao que se passa ao seu redor prejudicando, assim, a segurança;
- Motorista agressivo – usa o veículo como válvula de escape, onde descarrega a sua raiva; comete imprudências e descontrola-se com facilidade comprometendo, dessa forma, a segurança;
- Motorista inseguro – sente-se com pouco domínio sobre o veículo e o trajeto, é lento ao conduzir e tomar decisões e, com isso, prejudicando a segurança e a fluidez do trânsito;
- Motorista sugestionável – é influenciado por outras pessoas; o perigo reside, sobretudo, nos condutores jovens que passam a dirigir de maneira perigosa estimulados por amigos;
- Motorista negativista – mal humorado e pessimista, não dirige de forma cooperativa, prejudicando a segurança com as suas atitudes egoístas;
- Motorista distraído – não tem concentração ao dirigir, desviando, frequentemente, a atenção para outras coisas e, como isso, prejudicando a segurança;
- Motorista inquieto – está sempre buscando algo, abre o porta-luvas, procura algo nos bolsos, olha para trás, etc.; a sua dispersão compromete a segurança.

### **COMPORTAMENTO NO TRÂNSITO X DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL**

Condições econômicas e sociais precárias, falta de oportunidades de trabalho e de desenvolvimento pessoal, etc. afetam de maneira negativa o estado psicológico das pessoas, levando muitas delas a ter um comportamento inadequado no trânsito. Isso explica, em grande parte, a maior acidentalidade viária nos países em desenvolvimento.

O fato é que o combate à acidentalidade no trânsito é questão complexa, que constitui um grande desafio para a sociedade moderna, sobretudo nos países menos desenvolvidos.

## COMPORTAMENTO HUMANO E SEGURANÇA DO TRÂNSITO

Os estudos mostram que o risco de morrer ou sofrer lesão grave em um acidente diminui bastante para quem usa os equipamentos de segurança, sobretudo o cinto de segurança nos carros e o capacete nas motocicletas. No entanto, ainda que isso seja de conhecimento geral, a utilização é baixa se não houver imposição legal. A existência de lei obrigando ao uso e prevendo punições é fundamental para uma maior utilização desses equipamentos. O uso cresce ainda mais se a fiscalização for intensa e as punições mais severas. Isso também vale para outros casos, como dirigir com velocidade incompatível, conduzir alcoolizado, etc. Esses fatos levam à conclusão que os seres humanos, em geral, pautam seu comportamento no trânsito olhando mais a possibilidade de ser castigado, com uma multa ou outra penalidade, e menos a dimensão do castigo — muito maior no caso do envolvimento em um acidente.

Ainda que se envolver em um acidente, ser ferido, ou até mesmo morrer, sejam castigos extremamente maiores que sofrer uma multa, o comportamento da maioria dos condutores é muito mais influenciado pela, em geral, maior probabilidade de ser multado. Assim, quanto maior a fiscalização, maior a obediência dos usuários às leis do trânsito. Evidentemente, que também influi no comportamento das pessoas o valor da multa, ou a possibilidade de sofrer uma penalidade mais forte.

Dessa forma, ainda que a Educação possa atuar no sentido de aperfeiçoar o comportamento humano no trânsito, a existência de leis severas, fiscalização intensa e punição efetiva dos infratores são absolutamente necessárias para uma maior segurança no trânsito.

### 12.5 QUESTÕES

1. Quais as principais áreas de atuação da Psicologia do Trânsito?
2. Do ponto de vista psicológico, quais os principais fatores relacionados com a ocorrência dos acidentes de trânsito?
3. Que atividades podem ser desenvolvidas para reduzir as falhas humanas nos acidentes de trânsito? Quais delas situam-se no campo da Psicologia?
4. Quais as principais atividades realizadas no campo da Psicologia do Trânsito?
5. Onde está legalmente estabelecida a obrigatoriedade da realização do exame de avaliação psicológica para condutores? Quem está obrigado a fazer esse exame?
6. Que documentos da legislação vigente tratam da operacionalização do exame de avaliação psicológica para condutores?
7. Citar os principais aspectos tratados na resolução 267/08 do CONTRAN.
8. Como é realizada a avaliação psicológica para condutores?

9. Discorrer sobre desvios da personalidade e segurança do trânsito
10. Comentar acerca da relação entre o comportamento no trânsito e o desenvolvimento econômico e social.
11. Discorrer sobre a seguinte assertiva: “Os seres humanos, em geral, pautam o seu comportamento no trânsito no tocante à segurança olhando mais a probabilidade de serem castigados e menos a dimensão do castigo”.

# 13

## MODELOS DE PREVISÃO DE ACIDENTES

### 13.1 INTRODUÇÃO

A experiência mostra que há uma forte relação entre o número e a gravidade dos acidentes e as características do local (segmento de via ou interseção) onde ocorrem. Essa constatação levou ao surgimento dos modelos de previsão de acidentes, que têm por objetivo estabelecer relações matemáticas entre o número provável de acidentes que vai ocorrer em um segmento de via ou interseção em função das características físicas, geométricas e operacionais do local.

Essas relações matemáticas são diferentes conforme a região, pois a acidentalidade é fortemente influenciada por outros fatores além das características do local, como: comportamento dos condutores, condições e tipos de veículos da frota, clima prevalente (chuva, neve, etc. aumentam o risco da ocorrência de acidentes), legislação e fiscalização do trânsito (punições fortes e fiscalização intensa reduzem a acidentalidade), estado da sinalização, etc. Todos esses fatores, com exceção do clima, dependem em grande medida do grau de desenvolvimento econômico, social e cultural da região, que, em geral, são diferentes em cada país, estado ou região.

Os modelos de previsão mais completos, além da quantidade de acidentes, também fornecem uma estimativa da distribuição dos acidentes por grau de severidade e por tipo.

Os modelos de previsão são empregados com as seguintes finalidades:

- Identificação de locais onde existe um elevado risco de ocorrência de acidentes, sobretudo de acidentes graves, independente da existência de banco de dados prévio;
- Quantificação da redução da acidentalidade (quantidade e severidade) quando da implementação de tratamento (ações físicas mitigadoras) na via;
- Avaliação econômica dos benefícios da implementação de ações visando à redução da acidentalidade;
- Identificação de fatores que contribuem para ocorrência de acidentes;
- Subsídio ao projeto de novas vias, ou reabilitação de vias existentes, sob a ótica da segurança;
- Auxílio à tomada de decisão na definição das prioridades na implementação de ações voltadas para a redução da acidentalidade.

Por se constituir em ferramenta valiosa na melhoria da segurança no trânsito,

os modelos de previsão de acidentes vêm ganhando cada vez mais importância nos países desenvolvidos, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. A publicação pela AASHTO<sup>20</sup>, em 2010, do *Highway Safety Manual–HSM* (Manual de Segurança Viária) — um documento que apresenta modelos de previsão de acidentes para várias situações viárias desenvolvidos para serem utilizados nos Estados Unidos — pode ser considerado um marco no tocante à consolidação do emprego dos modelos de previsão de acidentes para a redução da acidentalidade viária.

O desenvolvimento de modelos de previsão é uma tarefa complexa e de custo relativamente alto, pois exige uma longa série histórica confiável de dados de acidentes e a utilização de técnicas estatísticas sofisticadas. Dessa forma, considerando a excelência dos modelos apresentados no *HSM*, uma boa prática nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, é utilizar os modelos do *HSM* devidamente adaptados para as condições nacionais, ou idealmente, para as condições de cada estado ou mesmo regiões dentro do mesmo estado, seguindo a metodologia de calibração prescrita no manual americano.

Duas vantagens do emprego dos modelos de previsão de acidentes são as seguintes:

- Como os modelos são desenvolvidos com base em dados relativos a longos períodos de tempo e de um grande número de locais é evitado o viés existente quando se utiliza dados reais dos acidentes referidos a períodos curtos de tempo e a poucos ou apenas um local (muito comum na prática);
- A pequena quantidade e/ou a baixa confiabilidade dos dados de acidentes referidos a um local são superadas, pois os modelos utilizam grande quantidade de dados de outros locais similares.

A seguir são feitas breves considerações sobre a metodologia do *HSM* no desenvolvimento e aplicação dos modelos de previsão de acidentes, uma vez que foge ao escopo deste livro tratar em detalhes assunto tão específico e complexo.

## **13.2 METODOLOGIA DO HSM**

### **SITUAÇÕES TRATADAS NO HSM**

No *HSM* foram desenvolvidos modelos de previsão de acidentes para os seguintes casos:

1. Rodovias de pista simples (duas faixas e dois sentidos)
  - Segmentos;
  - Interseções dos seguintes tipos: com três pernas e parada obrigatória na aproximação da via secundária; com quatro pernas e parada obrigatória nas aproximações das vias secundárias; com quatro pernas semaforizada.
2. Rodovias de pista dupla (duas ou mais faixas por sentido)
  - Segmentos;

- Interseções dos seguintes tipos: com três pernas e parada obrigatória na aproximação da via secundária; com quatro pernas e parada obrigatória nas aproximações das vias secundárias; com quatro pernas semaforizada.

### 3. Vias arteriais urbanas e suburbanas

- Segmentos dos seguintes tipos: duas faixas e dois sentidos; três faixas e dois sentidos, sendo a faixa central para conversão à esquerda; quatro faixas, sendo duas em cada sentido e com ou sem separação física central; cinco faixas, sendo duas em cada sentido e a faixa central para conversão à esquerda;
- Interseções dos seguintes tipos: com três pernas e parada obrigatória na aproximação da via secundária; com quatro pernas e parada obrigatória nas aproximações das vias secundárias; com três pernas semaforizada; com quatro pernas semaforizada.

## FUNÇÕES DE DESEMPENHO DA SEGURANÇA

No *HSM*, a previsão do número de acidentes para segmentos de via ou interseções com características (geométricas, físicas e operacionais) preestabelecidas, referida como condição base (de referência ou padrão), é feita mediante o emprego de expressões denominadas *Safety Performance Functions* – *SPFs* (Funções do Desempenho da Segurança) desenvolvidas mediante a aplicação de métodos estatísticos apropriados com base em uma grande quantidade de dados de acidentes relativos a uma determinada região.

A seguir, para exemplificar, é mostrada a *SPF* obtida para segmentos de rodovias de pista simples (obtida com base em um amplo conjunto de dados de acidentes relativos a rodovias americanas e válida somente para as condições base descritas na sequência):

$$N_b = VDMA \times L / 1,609 \times 365 \times 10^{-6} \times e^{-0,312}$$

sendo,  $N_b$ : número de acidentes previsto para as condições base em segmentos de rodovia de pista simples (acid/ano), *VDMA*: volume diário médio anual do tráfego (veíc/dia), *L*: extensão do segmento analisado em km, *e*: base do sistema de logaritmos neperiano.

As condições base para rodovias de pista simples estabelecidas pelo *HSM* na obtenção de *SPFs* são as seguintes:

- Largura da faixa de rolamento igual a 3,6m;
- Largura do acostamento igual a 1,8m;
- Acostamento pavimentado;
- Índice que caracteriza a faixa lateral da rodovia no tocante ao risco de acidente na saída de veículos da rodovia igual a 3 em uma escala de 1 a 7 (este índice é

- estabelecido em função das características da faixa lateral da rodovia);
- Densidade de acessos a rodovia igual a 5 acessos/km;
  - Relevo plano;
  - Não existência de: curvatura vertical ou horizontal, sonorizador ao longo do eixo longitudinal, faixas adicionais para ultrapassagem, faixa central para conversão à esquerda, iluminação e fiscalização eletrônica de velocidade.

No *HSM* também são apresentadas *SPFs* para os outros tipos de situações anteriormente mencionadas, também obtidas com base em um amplo conjunto de dados de acidentes no tempo e no espaço relativos a rodovias americanas e válidas somente para as condições base explicitadas em cada caso.

## FATORES DE MODIFICAÇÃO DE ACIDENTES

Nos segmentos de rodovia ou nas interseções em que as condições reais diferem das condições base, é necessário ajustar os valores fornecidos pela *SPF* mediante a aplicação de fatores apropriados denominados *Crash Modification Factors* – *CMFs* (Fatores de Modificação de Acidentes).

Assim, o número previsto de acidentes deve ser determinado pela seguinte expressão:

$$N_r = N_b \times (CMF_1 \times CMF_2 \times CMF_3 \times \dots \times CMF_n)$$

Sendo,  $N_r$ : número de acidentes previsto para as condições reais da rodovia ou interseção,  $N_b$ : número de acidentes previsto para as condições base,  $CMF_i$ : fatores de modificação relativos às características de 1 a n.

Se a condição real de uma determinada característica for menos favorável do ponto de vista da segurança, o fator de modificação resulta maior que 1; caso contrário, menor que 1.

As características para as quais devem ser determinados fatores de modificação variam conforme o tipo de rodovia e o tipo de local (segmento ou interseção).

No caso de segmentos de rodovias de pista simples, por exemplo, as características para as quais devem ser determinados fatores de modificação são as seguintes:

- Largura da faixa de rolamento (m);
- Largura e tipo do acostamento (m);
- Tipo de revestimento do acostamento (pavimentado, terra, etc.);
- Curva horizontal (comprimento, raio e existência ou não de curva de transição);
- Curva horizontal: superelevação;
- Declividade longitudinal;

- Densidade de acessos;
- Presença ou ausência de sonorizador ao longo do eixo longitudinal;
- Presença ou ausência de faixas adicionais;
- Presença ou ausência de faixa central para conversão à esquerda;
- Características da faixa lateral (largura livre de obstáculos etc.);
- Presença ou ausência de iluminação;
- Presença ou ausência de fiscalização eletrônica de velocidade.

Os fatores de modificação são determinados seguindo os procedimentos padronizados pelo *HSM*, sendo os valores fornecidos diretamente ou mediante expressões, tabelas, gráficos ou fotos.

Por exemplo, no caso de segmentos de uma rodovia de pista simples, o fator de modificação em razão da existência de faixa adicional em um aclive é igual a 0,75 (menor que 1 pois é uma condição mais favorável do ponto de vista da segurança em relação a não existência da faixa). No caso da presença de rampa, o valor deve ser determinado como segue: se a declividade da rampa for menor que 3% (terreno em nível),  $CMF = 1$ ; se for entre 3% e 6% (terreno ondulado),  $CMF = 1,10$ ; se for maior que 6%,  $CMF = 1,16$ .

Obviamente, as características para as quais devem ser determinados fatores de modificação variam conforme a situação (tipo de rodovia e se segmento ou interseção).

## FATORES DE CALIBRAÇÃO

Quando o modelo de previsão de acidentes vai ser empregado em outras regiões que não aquela onde foi desenvolvida a *SPF*, é necessário utilizar um Fator de Calibração Regional (*Calibration Factor – C*) para levar em conta as diferenças de comportamento dos condutores, legislação, fiscalização, condições e tipos de veículos, clima prevalecente, etc.

Nesse caso, o número previsto de acidentes deve ser determinado pela seguinte expressão:

$$N_r = N_b \times C \times (CMF_1 \times CMF_2 \times CMF_3 \times \dots \times CMF_n)$$

sendo,  $N_r$ : número de acidentes previsto para as condições reais da rodovia ou interseção na região onde se localiza,  $N_b$ : número de acidentes previsto para as condições base,  $C$ : fator de calibração regional,  $CMF_i$ : fatores de modificação relativos às características de 1 a n.

O fator de calibração é determinado pela relação entre o número de acidentes observados e o número de acidentes previsto pelo modelo para um conjunto amostral significativo de locais (entre 30 e 50 são em geral suficientes), referidos ao mesmo período de tempo. O valor do fator de calibração deve ser obtido separadamente

para o caso de segmentos e de interseções.

Obviamente, se a situação em uma região for menos favorável do ponto de vista da segurança, o fator de calibração resulta maior que 1; caso contrário, menor que 1.

## **CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DOS MODELOS DO HSM**

Como as características físicas e operacionais de uma rodovia variam ao longo do seu traçado, ela deve ser dividida em conjuntos de segmentos (interseções) homogêneos e o modelo de previsão de acidentes aplicado separadamente para cada grupo de segmentos (interseções) homogêneos.

## **MÉTODO EMPÍRICO DE BAYES**

Na utilização dos modelos de previsão de acidentes é recomendado o emprego do método Empírico de Bayes (EB), que permite compor os resultados fornecidos pelo modelo e o número real de acidentes (quando disponível) em cada grupo de segmentos ou interseções homogêneas. Consequentemente, o número de acidentes previsto em cada conjunto de locais similares pelo método EB resulta em um valor intermediário entre o número de acidentes previsto e o número de acidentes observados.

O número esperado de acidentes através do método EB é obtido pela seguinte equação:

$$N_{esp} = w \times N_{pre} + (1,00 - w) \times N_{obs}$$

sendo,  $N_{esp}$ : número de acidentes esperado;  $N_{pre}$ : número de acidentes previsto pelo modelo;  $N_{obs}$ : número de acidentes observado;  $w$ : fator de ponderação referente à *SPF*.

O valor de  $w$  é dado pela seguinte expressão:

$$w = 1 / (1 + k \times N_{pre})$$

sendo,  $w$ : fator de ponderação;  $k$ : parâmetro de dispersão associado à *SPF*;  $N_{pre}$ : número de acidentes previsto.

No caso de segmentos de rodovias de pista simples, por exemplo, o valor de  $k$  é dado por:

$$k = 0,236/L$$

sendo,  $k$ : fator de dispersão;  $L$ : extensão da rodovia em km.

## DISTRIBUIÇÃO DOS ACIDENTES

Nas Tabelas 13.1 e 13.2 estão indicados os valores associados à distribuição dos acidentes quanto à tipologia e severidade, respectivamente, no caso de segmentos de rodovia de pista simples considerando o conjunto de dados de acidentes dos Estados Unidos utilizado no *HSM*. Em outras regiões recomenda-se o emprego das distribuições reais observadas.

**Tabela 13.1 – Distribuição dos acidentes quanto à tipologia.**

Tipo de acidente	Grau de severidade		Total
	Acidentes com vítimas	Danos Materiais	
<b>Acidente envolvendo apenas um veículo</b>			
Atropelamento de animais	3,8%	18,4%	12,1%
Atropelamento de ciclistas	0,4%	0,1%	0,2%
Atropelamento de pedestre	0,7%	0,1%	0,3%
Capotamento	3,7%	1,5%	2,5%
Saída de pista	54,4%	50,5%	52,1%
Outros	0,7%	2,9%	2,1%
Total (apenas um veículo)	63,8%	73,5%	69,3%
<b>Acidente envolvendo mais de um veículo</b>			
Colisão transversal	10,0%	7,2%	8,5%
Colisão frontal	3,4%	0,3%	1,6%
Colisão traseira	16,4%	12,2%	14,2%
Colisão lateral	3,8%	3,8%	3,7%
Outros	2,6%	3,0%	2,7%
Total (mais de um veículo)	36,2%	26,5%	30,7%
Total de acidentes	100,0%	100,0%	100,0%

**Tabela 13.2 – Distribuição dos acidentes quanto à severidade**

Severidade dos acidentes	Percentual do total de acidentes em segmentos de rodovias
Fatal	1,3%
Vítimas com ferimentos graves	5,4%
Vítimas com ferimentos moderados	10,9%
Vítimas com ferimentos leves	14,5%
Danos materiais sem vítimas	67,9%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

### 13.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos países desenvolvidos, vem crescendo o emprego de modelos de previsão de acidentes no combate à acidentalidade no trânsito. No Brasil, o desenvolvimento e o emprego desses modelos é bastante recente; até agora restritos a alguns poucos trabalhos acadêmicos realizados na USP, UFSCar, UFC, UnB, COPPE-UFRJ e UFRGS.

### 13.4 QUESTÕES

1. Que fato levou à ideia do desenvolvimento dos modelos de previsão de acidentes?
2. No que consiste os modelos de previsão de acidentes?
3. Um modelo de previsão estabelecido para uma região pode ser utilizado em outras sem restrições? Explique.
4. Que informações fornecem os modelos completos de previsão de acidentes?
5. Para que servem os modelos de previsão de acidentes?
6. Qual o estágio atual do emprego de modelos de previsão de acidentes nos países desenvolvidos? E no Brasil?
7. Comentar sobre o *Highway Safety Manual – HSM*, editado pela AASHTO em 2010.
8. O que se recomenda quanto ao emprego de modelos de previsão de acidentes nos países em desenvolvimento?
9. Quais as duas principais vantagens do emprego de modelos de previsão de acidentes?
10. Quais as situações contempladas nos modelos apresentados no *HSM*?
11. Conceituar Funções de Desempenho da Segurança (*Safety Performance Functions–SPFs*).
12. Quais as condições base consideradas no *HSM* para o desenvolvimento da *SPF* no caso de segmentos de rodovias de pista simples?

13. O que são Fatores de Modificação de Acidentes (*Crash Modification Factors - CMFs*)?
14. Quais as características para as quais devem ser determinados *CMFs* no caso das rodovias de pista simples?
15. Conceituar Fator de Calibração (*Calibration Factor - C*).
16. Como é determinado o fator de calibração?
17. No que consiste o Método Empírico de Bayes?
18. Considere o caso de um segmento de rodovia de pista simples que apresenta as características referidas como condições base. Considerando estar a rodovia localizada na região para a qual foi desenvolvida a *SPF* apresentada no *HSM*, qual o número anual de acidentes previsto neste trecho supondo uma extensão de 3km e volume diário médio anual de 5.000veíc/dia?
19. Se esse trecho fosse em rampa de 5%, qual o novo número de acidentes estimado? E se o trecho tivesse faixa adicional (3ª faixa) no sentido de aclave? E se ambos os fatos ocorressem simultaneamente?
20. Se o segmento referido na questão 18 estivesse localizado em uma região diferente de onde o modelo foi desenvolvido, qual o valor do fator de calibração sabendo que o número médio de acidentes anual real em toda a extensão da rodovia foi 180 e o estimado 60?
21. Refazer as questões 18 e 19 considerando a rodovia situada na região referida na questão 20.
22. Especificamente no segmento analisado (considerado em rampa e com faixa adicional), o número real de acidentes médio anual foi igual a 17. Qual a melhor estimativa para o número de acidentes utilizando o método de Bayes?
23. Qual a previsão da distribuição dos acidentes por severidade e por tipologia para o caso da questão 22? Comentar sobre a confiabilidade desses resultados.



# 14

## AÇÕES PARA A REDUÇÃO DA ACIDENTALIDADE VIÁRIA

### 14.1 INTRODUÇÃO

Inúmeras são as ações que contribuem para uma maior segurança no trânsito. Essas ações podem estar situadas nos seguintes âmbitos: político-administrativo, esforço legal, educação, veículos/equipamentos de segurança e sistema viário.

No caso dos órgãos de trânsito municipais e rodoviários regionais, as ações são específicas, como, por exemplo: tratamento de locais críticos (melhoria da sinalização, correção de defeitos do pavimento, implantação de dispositivos redutores da velocidade, instalação de radares, implantação de semáforos ou rotatórias, mudanças na geometria da via ou interseção, implantação de terceira faixa, etc.); intensificação da fiscalização em locais críticos, horários críticos, veículos críticos, eventos críticos e/ou usuários críticos; campanhas de âmbito local ou regional; melhoria das condições do socorro médico (maior rapidez e melhor qualidade no atendimento às vítimas); etc.

No que diz respeito aos órgãos de trânsito estaduais e federais, as ações são gerais e abrangentes, como por exemplo: mudanças na legislação contemplando punições mais severas, intensificação da fiscalização do trânsito, normas mais rígidas do ponto de vista da segurança na construção/reconstrução de novas vias e na fabricação de veículos, aperfeiçoamento do sistema de educação nas escolas, campanhas de âmbito estadual ou federal, etc.

Para o desenvolvimento dos planos/projetos é importante ter uma estimativa da eficiência das diversas ações na redução da acidentalidade, preferencialmente com valores desagregados por tipo de acidente quanto à gravidade. Essas informações são fundamentais na definição dos tipos de planos/projetos a serem implantados e para selecionar aqueles que apresentam maior potencial para reduzir a acidentalidade.

As estimativas resultam, em geral, mais precisas quando feitas com base nos resultados de ações similares realizadas na mesma cidade ou região, pois fatores como o nível educacional, a cultura, o nível de fiscalização, o clima, as características do sistema viário, os tipos de veículos utilizados, etc. influem no grau de eficácia das ações.

Nos países desenvolvidos, onde é feito o monitoramento adequado das ações voltadas para a segurança no trânsito e muitos estudos e pesquisas são realizados, existe disponibilidade de dados (locais, regionais e nacionais) confiáveis sobre o impacto das ações mais comumente empregadas na redução da acidentalidade.

Nos países não desenvolvidos, quase sempre esse tipo de informação é escassa, sendo muitas vezes utilizados dados oriundos de estudos realizados em países desenvolvidos — com consequente aumento do nível de incerteza dos resultados das ações.

Duas publicações que reúnem informações valiosas sobre os resultados esperados de ações voltadas para a segurança no trânsito são de autoria de Elvik & Vaa<sup>19</sup> e Elvik et al.<sup>8</sup>. Utilizando metodologia científica na análise de inúmeros estudos realizados em países desenvolvidos, são fornecidos nessas publicações o valor mais provável e o intervalo de variação, com 95% de confiança, dos resultados esperados de uma vasta gama de ações específicas visando à redução da acidentalidade.

Também vem sendo cada vez mais empregados na previsão dos resultados das ações voltadas para a redução da acidentalidade (quantidade, severidade e tipo) os modelos de previsão de acidentes — assunto tratado no Capítulo 13.

A seguir, são comentadas de maneira breve as principais ações de caráter geral voltadas para a melhoria da segurança viária nos distintos âmbitos. Também são relacionadas diversas ações específicas e os valores mencionados por Elvik & Vaa<sup>19</sup> e Elvik et al.<sup>8</sup> do potencial que as mesmas têm para reduzir a acidentalidade no trânsito, com as adequações e adaptações consideradas pertinentes.

É importante colocar, no entanto, que os dados apresentados foram obtidos com base em estudos realizados em países desenvolvidos, onde a obediência às leis de trânsito é menos dependente do nível de fiscalização. Nos países em desenvolvimento, onde a obediência às leis depende muito mais do nível de fiscalização, os valores podem ser bastante diferentes. Assim, a simples entrada em vigor de uma nova lei de trânsito tem impacto maior nos países desenvolvidos; por outro lado, a intensificação da fiscalização tem maior impacto nos países em desenvolvimento.

## **14.2 SISTEMA POLÍTICO-ADMINISTRATIVO**

O sistema político-administrativo diz respeito à estrutura, organização e atuação das várias esferas de governo (federal, estadual e municipal) e poderes constituídos (executivo, legislativo e judiciário) no tocante à segurança no trânsito. Os principais aspectos relacionados com o sistema político-administrativo são discutidos a seguir.

### **ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO GOVERNAMENTAL**

No combate à acidentalidade no trânsito é absolutamente necessária a existência de um órgão federal com força política e institucional para planejar e gerenciar a segurança viária em nível nacional, bem como de órgãos similares em cada estado (para atuar em nível estadual) e nas cidades maiores (para atuar em nível municipal).

Também importante é a organização da atuação governamental mediante a divisão de responsabilidades entre as diversas esferas de governo e os vários órgãos envolvidos, de forma a garantir eficiência na aplicação dos recursos e a consecução de ações eficazes na redução da acidentalidade.

## **MARCO LEGAL**

A existência de marco legal apropriado (leis, resoluções, etc.), de responsabilidade do governo federal e, em alguns aspectos, também dos governos estaduais e municipais é fundamental para que a atuação dos órgãos responsáveis pela segurança no trânsito e as ações implementadas tenham amparo legal.

## **FONTES E QUANTIDADES DE RECURSOS**

De grande relevância no campo político-administrativo é a definição das fontes e quantidades de recursos para serem aplicados na segurança viária nas diversas esferas de governo.

É fundamental garantir que haja recursos suficientes para os investimentos necessários na segurança do trânsito, envolvendo as áreas de educação, esforço legal, infraestrutura viária, gestão da segurança, etc.

## **REGISTRO, TRATAMENTO E ANÁLISE DOS ACIDENTES**

Uma importante atividade que deve ser realizada pelos órgãos governamentais responsáveis pela segurança viária nas rodovias federais e estaduais e nas rodovias e vias urbanas municipais diz respeito à quantificação e à caracterização da acidentalidade viária.

Conhecer a quantidade dos diversos tipos de acidentes, a evolução no tempo dos números e índices associados à acidentalidade, bem como as características dos acidentes, constitui informação vital para o desenvolvimento de planos e projetos eficazes visando à redução da acidentalidade.

## **CAMPANHAS E VEICULAÇÃO DE INFORMAÇÕES**

Outra atividade de grande relevância afeta às três esferas de governo (federal, estadual e municipal) é a realização de campanhas de segurança no trânsito e a veiculação de informações a respeito da acidentalidade, bem como das ações implementadas pelos governos e os resultados dessas ações.

Campanhas pela mídia bem elaboradas e implementadas levam a mudança de comportamento dos usuários fazendo com que adotem um patamar de risco menor no trânsito.

O conhecimento da gravidade do problema e dos esforços do governo no sentido de reduzir a acidentalidade é importante para conseguir o engajamento da população – fator de fundamental importância para a redução da acidentalidade.

### **ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS**

A elaboração e a implementação de planos voltados para a segurança no trânsito também é obrigação das três instâncias de governo, por intermédio dos órgãos responsáveis pelo setor.

A participação da comunidade no processo de elaboração dos planos e a participação da iniciativa privada no aporte de recursos são fatores relevantes para o sucesso dos planos voltados para a segurança viária.

### **CONTROLE DA EXPOSIÇÃO**

A acidentalidade viária guarda estreita relação com a intensidade de exposição ao trânsito (quantidade de veículo x quilômetro e passageiro x quilômetro) e da forma de exposição, caracterizada pela distribuição modal, grau de separação no trânsito dos diversos tipos de veículos, tipos de vias predominantes, estado de manutenção das vias, etc.

Cabe, assim, às várias esferas de governo atuar no sentido de reduzir a intensidade e as formas inseguras de exposição no trânsito, com a adoção de medidas apropriadas nas áreas de planejamento do uso do solo, nível de taxação dos veículos motorizados, implantação de vias seguras, definição das tarifas de pedágios, definição de valores do seguro obrigatório, etc.

No tocante à distribuição modal, considerando que o risco do envolvimento em acidentes, sobretudo em acidentes graves, é muito maior quando se utiliza motocicleta e muito menor quando se utiliza ônibus, a estratégia é incentivar o uso transporte coletivo e desestimular a utilização da motocicleta.

### **ENGAJAMENTO DA SOCIEDADE**

O combate à acidentalidade viária exige o engajamento de toda a sociedade: governos federal, estadual e municipal, órgãos de comunicação, polícia, fabricantes de veículos, organizações não governamentais, órgãos responsáveis pelas rodovias, empresas de transporte de carga e passageiros, empresas em geral, clubes de serviço, usuários, etc.

Em vista disso, os governos, nas suas várias esferas, devem atuar no sentido de promover essa mobilização da sociedade e o efetivo engajamento da mesma no processo.

### **14.3 ESFORÇO LEGAL**

#### **AÇÕES DE CARÁTER GERAL**

##### **Aprimoramento da legislação**

O aprimoramento das leis e normas de trânsito deve ser uma ação contínua, à luz do acompanhamento dos índices de acidentalidade, de mudanças na sociedade, de inovações na tecnologia (dos veículos, da operação das vias, da fiscalização, etc.), etc.

Alguns exemplos de ações visando o aprimoramento da legislação são: estabelecer penalidades mais rígidas para as infrações de maior gravidade (multas e penalidades mais fortes inibem a desobediência às leis e regras do trânsito e, conseqüentemente, atuam no sentido de reduzir a acidentalidade), definir a obrigatoriedade de determinadas características na fabricação de novos veículos, dispor sobre regras mais rígidas para a obtenção e renovação do documento de habilitação, estabelecer as normas para a fiscalização eletrônica utilizando novas tecnologias, estabelecer requisitos mais rígidos para o transporte de produtos perigosos, etc.

##### **Aprimoramento da fiscalização**

Uma grande parte dos condutores tem um comportamento no trânsito balizado pelo receio de ser flagrado cometendo uma infração do que propriamente por razões de segurança.

Em razão disso, o aumento da probabilidade de ser flagrado cometendo uma infração, obtida com uma fiscalização mais intensa e/ou eficiente, leva a um maior grau de obediência às leis e regras do trânsito, e, conseqüentemente, a uma redução da acidentalidade.

O aprimoramento da fiscalização do trânsito passa pelas seguintes principais ações: treinamento dos agentes, aumento do corpo de agentes, ampliação da frota de veículos (carros, motocicletas, etc.), disponibilidade de uma maior quantidade de equipamentos (radares portáteis, bafômetros, etc.), ampliação da fiscalização eletrônica (de maneira apropriada para que não ocorra um exagerado número de multas sem redução proporcional da quantidade de acidentes), etc.

Diversos estudos apontam que o emprego de velocidade acima do limite legal e o ato de dirigir após ingestão de álcool são as infrações que, de forma díspar, estão mais comumente relacionadas com a quantidade e gravidade dos acidentes de trânsito. Dessa forma, focar mais esses dois tipos de infração conduz a uma maior eficiência da fiscalização no tocante à diminuição da acidentalidade.

A fiscalização é da maior relevância para que os condutores efetivamente

cumpram a legislação de trânsito, contribuindo, dessa forma, para a redução da acidentalidade viária. Elvik (fonte: Elvik & Vaa<sup>19</sup>) estimou que se houvesse uma obediência total à legislação, haveria, na Noruega, uma redução de aproximadamente 27% no número de vítimas e de 48% do número de mortes no trânsito.

### **Aprimoramento do processo de punição dos infratores**

A efetiva punição dos infratores e a rapidez do processo guardam relação estreita com o grau de obediência às leis e regras do trânsito.

Assim, quando pertinente, o processo de aplicação de multas e outras penalidades deve ser objeto de aprimoramento.

### **Aprimoramento do processo de documentação dos acidentes**

A documentação (coleta dos dados) dos acidentes de trânsito é fundamental no processo de identificação dos locais críticos e dos fatores recorrentes (mais comumente presentes) e, em decorrência, na definição de ações mitigadoras.

Dessa forma, quando couber, o aprimoramento do processo de documentação dos acidentes é de grande importância.

## **AÇÕES ESPECÍFICAS**

A seguir são mencionados os valores da redução de acidentes esperados de diversas ações específicas no âmbito do Esforço Legal extraídos Elvik & Vaa<sup>19</sup> e Elvik et al.<sup>8</sup> com as adequações e adaptações consideradas pertinentes. O nível de confiança de que os valores estejam nos intervalos citados é de 95%. Em alguns casos são feitos breves comentários.

### **Fixação de limite da taxa de álcool no sangue**

A fixação de um limite para a taxa de álcool no sangue dos condutores é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes fatais = -7% a -5% (melhor estimativa = -6%).

### **Fiscalização frequente da taxa de álcool no sangue**

A fiscalização frequente da taxa de álcool no sangue utilizando bafômetro (etilômetro) é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes fatais = -18% a -11% (melhor estimativa = -14%).

### **Obrigatoriedade do uso do cinto de segurança**

A obrigatoriedade do uso do cinto de segurança é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes fatais = -12% a -10% (melhor estimativa = -11%);
- Acidentes com vítimas = -15% a -10% (melhor estimativa = -12%).

### **Fiscalização frequente do uso do cinto de segurança**

A fiscalização frequente do uso do cinto de segurança é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes fatais = -21% a +14% (melhor estimativa = -6%);
- Acidentes com vítimas = -18% a +4% (melhor estimativa = -8%);
- Todos os acidentes = -9% a +1% (melhor estimativa = -4%).

### **Obrigatoriedade do uso do capacete**

A obrigatoriedade do uso do capacete por motociclistas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais = -33% a -19% (melhor estimativa = -26%);
- Acidentes com vítimas = -28% a -25% (melhor estimativa = -27%).

### **Obrigatoriedade do uso do farol aceso durante o dia**

A obrigatoriedade do uso do farol baixo aceso durante o dia é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes diurnos com pedestres como vítimas = -18% a +7% (melhor estimativa = -6%);
- Acidentes diurnos com ciclistas como vítimas = -23% a +4% (melhor estimativa = -10%);
- Acidentes diurnos do tipo colisão frontal ou lateral = -12% a -5% (melhor estimativa = -8%).

### **Obrigatoriedade da inspeção periódica dos veículos**

A obrigatoriedade da inspeção periódica anual dos veículos é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -10% a +7% (melhor estimativa = -2%);
- Acidentes sem vítimas = -1% a +3% (melhor estimativa = +1%).

### **Concessão de habilitação provisória**

O sistema de concessão de habilitação provisória para condutores recém-habilitados, com a concessão posterior da habilitação definitiva condicionada a um comportamento adequado no período probatório (normalmente de 1 ano), é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -4% a -1% (melhor estimativa = -3%).

### **Penas severas aos infratores**

A implementação de uma legislação que inclui cartas de advertência, multas com valores significativos, anotação de pontos no prontuário conforme a infração cometida e suspensão da habilitação, quando pertinente, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -18% a -15% (melhor estimativa = -17%);
- Acidentes sem vítimas = -15% a -3% (melhor estimativa = -9%);
- Todos os acidentes = -14% a -9% (melhor estimativa = -12%).

### **Fiscalização com radares móveis (portáteis)**

A fiscalização da velocidade em um trecho de via utilizando radares móveis (portáteis), variando o ponto de medição da velocidade e sem aviso prévio da presença dos mesmos no local, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

Todos os acidentes = -31% a -2% (melhor estimativa = -17%).

### **Emprego de detectores de avanço de sinal vermelho**

A fiscalização utilizando detectores de avanço do sinal vermelho em semáforos é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -18% a -3% (melhor estimativa = -11%);
- Acidentes sem vítimas = -22% a +7% (melhor estimativa = -9%);
- Todos os acidentes = -21% a -2% (melhor estimativa = -12%).

### **Fiscalização com viaturas policiais estacionadas**

A fiscalização com viaturas policiais paradas na via, verificando o comportamento dos condutores e efetuando abordagem aleatória, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -19% a -16% (melhor estimativa = -17%);

- Todos os acidentes = -20% a -18% (melhor estimativa = -19%); em áreas urbanas = -31% a -26% (melhor estimativa = -28%); em áreas rurais = -6% a -2% (melhor estimativa = -4%).

### **Fiscalização com viaturas policiais circulando**

A fiscalização com viaturas policiais circulando (patrulhamento), verificando o comportamento dos condutores e efetuando abordagem aleatória, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes fatais = -32% a +36% (melhor estimativa = -4%);
- Acidentes com vítimas = -20% a -12% (melhor estimativa = -16%).

### **Jornada de trabalho**

A adoção de jornada de trabalho adequada para os condutores profissionais, isto é, períodos máximos de trabalho e mínimos de descanso, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas envolvendo veículos comerciais = -19% a +14% (melhor estimativa = -4%).

## **14.4. EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO**

### **AÇÕES DE CARÁTER GERAL**

#### **Aprimoramento do ensino na escola**

O ensino teórico e prático das leis e regras do trânsito nas escolas para crianças e adolescentes (fase da vida propícia para a aquisição de conhecimento e de valores), bem como a conscientização da importância do comportamento adequado no trânsito visando à segurança e o respeito ao próximo, é atividade das mais importantes no mundo atual.

Dessa forma, é de fundamental importância o aprimoramento contínuo do ensino teórico e prático do trânsito nas escolas em todos os níveis (pré-escola, fundamental, médio e superior).

Nas aulas práticas para crianças é indicada a utilização do que se designa por “Cidade Mirim para Educação de Trânsito” – uma reprodução em escala menor do sistema de trânsito de uma cidade, com vias, dispositivos viários, sinalização vertical, horizontal e semaforica, etc.

### **Aprimoramento da formação/reciclagem de condutores**

O aprendizado teórico e prático adequado das pessoas que desejam obter o documento de habilitação para conduzir é fundamental para a segurança no trânsito, pois o conhecimento e a habilidade prática são vitais na condução segura de veículos. Uma formação ainda melhor, mediante cursos especializados, deve ser destinada aos condutores de veículos de transporte coletivo de passageiros, de transporte de escolares, de transporte de produtos perigosos e de transporte de emergência.

Também importantes são os cursos teóricos e práticos visando à reciclagem dos condutores, tanto por ocasião da renovação do documento de habilitação, como na devolução aos infratores do documento de habilitação retido.

### **Aprimoramento das campanhas educativas**

As campanhas educativas visam convencer as pessoas da necessidade de ter um comportamento adequado no trânsito, respeitando as normas e regras para evitar os acidentes. Em geral, as campanhas utilizam os seguintes principais meios: televisão, *outdoors*, rádio, painéis digitais, cartazes, distribuição de material impresso, placas com mensagem ao longo das vias, palestras, eventos públicos, realização de concursos, etc.

Para que as campanhas apresentem resultados satisfatórios é importante observar as seguintes regras: mudanças no comportamento de um maior número de usuários são conseguidas quando é grande a porcentagem que apresenta comportamento inadequado; mudanças no comportamento de um maior número de usuários são conseguidas quando as campanhas são combinadas com um aumento da fiscalização com foco na mudança de comportamento desejada; campanhas com foco específico no tipo de comportamento que se deseja mudar, e explicando claramente o porquê da importância da mudança, apresentam resultados melhores que campanhas com mensagens genéricas; campanhas dirigidas a segmentos específicos de usuários (público alvo) têm melhores resultados; campanhas veiculadas por televisão apresentam melhores resultados que por outras formas de mídia; e as mensagens/imagens veiculadas devem ter forte impacto para efetivamente sensibilizar as pessoas e incitá-las a mudar de comportamento no trânsito.

As campanhas educativas são de grande importância, sobretudo nos países em desenvolvimento onde é grande o desrespeito às leis de trânsito.

### **AÇÕES ESPECÍFICAS**

A seguir são mencionados os valores da redução de acidentes esperados de diversas ações específicas no âmbito da Educação para o Trânsito extraídos

de Elvik & Vaa<sup>19</sup> e Elvik et al.<sup>8</sup>, com as adequações e adaptações consideradas pertinentes. O nível de confiança de que os valores estejam nos intervalos citados é de 95%. Em alguns casos são feitos breves comentários.

### **Ensino de como atravessar as ruas para crianças**

O ensino nas escolas de como atravessar as ruas para crianças é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com crianças entre 5 e 9 anos atravessando ruas como vítimas = -15% a -7% (melhor estimativa = -11%);
- Acidentes com crianças entre 9 e 12 anos atravessando ruas como vítimas = -32% a -7% (melhor estimativa = -20%).

### **Ensino de como andar de bicicleta para crianças**

O ensino nas escolas de como conduzir bicicleta para crianças com idade entre 6 e 16 anos é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com crianças entre 6 e 16 anos andando de bicicleta como vítimas = -17% a +7% (melhor estimativa = -6%).

### **Curso de direção defensiva**

Os cursos de direção defensiva são previstos conduzir as seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes envolvendo condutores problemáticos que fizeram curso de direção defensiva = -19% a +2% (melhor estimativa = -9%);
- Acidentes envolvendo condutores que fizeram curso de direção defensiva voluntariamente = -52% a -6% (melhor estimativa = -33%).

### **Reciclagem de condutores profissionais**

A reciclagem periódica de condutores profissionais, mediante cursos de direção defensiva e palestras motivacionais, associado com algum tipo de prêmio concedido pelo não envolvimento em acidentes, é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes envolvendo participantes do programa = -33% a -5% (melhor estimativa = -20%).

### **Campanhas genéricas pela mídia**

Campanhas genéricas utilizando os meios usuais de comunicação são previstas conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -13% a -5% (melhor estimativa = -9%).

### **Campanhas direcionadas a pedestres**

Campanhas direcionadas a pedestres utilizando os meios usuais de comunicação são previstas conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes envolvendo atropelamento de pedestres = -2% a +8% (melhor estimativa = +3%).

### **Campanhas direcionadas a manter distância do veículo à frente**

Campanhas direcionadas a manter distância do veículo à frente utilizando os meios usuais de comunicação são previstas conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes envolvendo colisão traseira = -17% a +1% (melhor estimativa = -9%).

### **Campanhas direcionadas a não dirigir após ingerir bebida alcoólica**

Campanhas direcionadas a não dirigir após ingerir bebida alcoólica utilizando os meios usuais de comunicação são previstas conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes envolvendo ingestão de bebida alcoólica = -21% a -8% (melhor estimativa = -14%).

## **14.5 VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA**

### **AÇÕES DE CARÁTER GERAL**

#### **Aprimoramento do projeto dos veículos**

O aperfeiçoamento dos equipamentos de segurança e dos sistemas de freio, direção, suspensão, estabilização e luzes externas (incluindo faróis), contribuem para prevenir os acidentes de trânsito.

Também relevante é o aperfeiçoamento da estrutura e componentes para aumentar a resistência aos impactos e o poder de absorção da energia cinética, de forma a melhorar a proteção dos ocupantes.

Outro aspecto importante refere-se à parte dianteira dos veículos, que deve

ser projetada (geometria e material) de modo a minimizar os danos a pedestres, ciclistas e motociclistas no caso das colisões frontais.

O emprego de estrutura de proteção na parte inferior da carroceria dos caminhões, sobretudo na parte traseira, também é relevante para evitar que os veículos menores (automóveis, motocicletas, motonetas e bicicletas) entrem embaixo no caso de colisão traseira.

Também fundamental é o aperfeiçoamento das características dos veículos que transportam produtos perigosos, uma vez que quando envolvidos em acidentes de trânsito podem provocar grandes danos.

No que concerne à visibilidade, é relevante reduzir ao mínimo os pontos “cegos”, sobretudo aqueles situados na lateral direita dos veículos, que prejudicam a visibilidade nas vias a serem cruzadas e melhorar o desempenho dos espelhos retrovisores.

Nos automóveis dotados de cinto de segurança de três pontos, bolsa de ar (*airbag*), banco com apoio para a cabeça, coluna da barra de direção colapsível, vidro frontal laminado, sistema de freios antiblocante, terceira luz de freio, espelhos retrovisores adequados, etc., o risco de se envolver em acidentes e de sofrer lesões (leves, graves e fatais) nos acidentes é significativamente menor em relação aos carros que não possuem essas características.

Também no caso das motocicletas e bicicletas, é possível melhorar bastante as condições do projeto visando uma maior segurança.

Um outro ponto relevante no contexto da segurança veicular está no desenvolvimento de novas tecnologias automáticas, denominadas genericamente de sistemas inteligentes, que atuam no desempenho dos veículos com base em informações detectadas automaticamente (sem intervenção humana), como por exemplo: detector de fadiga do condutor com acionamento de alarme, detector de veículos à frente com acionamento automático do freio, sistema de limitação da velocidade dos veículos, sistemas automáticos de controle da velocidade, etc.

### **Aprimoramento da manutenção dos veículos**

A manutenção adequada dos veículos pode contribuir bastante para a redução da acidentalidade. Alguns dos problemas críticos que podem contribuir para os acidentes são: pneus lisos ou defeituosos, freios desregulados, sistema de suspensão/estabilização com problemas, faróis ou lanternas desreguladas ou queimadas, limpador do para-brisa sem funcionar ou funcionando mal, falta de buzina, espelho retrovisor deficiente, etc.

Muitas vezes, um componente pode subitamente apresentar um problema levando a uma situação crítica, como é o caso do estouro de pneu, quebra do sistema de direção, quebra do sistema de suspensão, apagamento dos faróis, paralisação do limpador de para-brisa sob chuva intensa, etc. Esses eventos

envolvem quase sempre veículos velhos e mal conservados.

Duas ações importantes no sentido de melhorar a manutenção da frota veicular são: campanhas de conscientização da importância da manutenção e a obrigatoriedade da inspeção periódica (já adotada em muitos países).

### **Tornar os veículos mais visíveis**

A probabilidade de ser visto depende do tamanho e das cores dos veículos; quanto maior o tamanho e quanto mais chamativas as cores, menor a chance de não ser visto. À noite, a existência de material refletivo, nas cores amarela ou laranja, sobretudo nas motocicletas e bicicletas (principalmente na parte traseira e nos pedais) e nos capacetes dos motociclistas e ciclistas contribui bastante para que sejam mais visíveis.

Os estudos mostram que o fato dos veículos utilizarem faróis acessos durante o dia leva a uma significativa redução do número de acidentes.

A terceira luz de freio colocada na parte superior ou inferior do vidro traseiro dos carros apresenta como principal vantagem o fato de poder ser vista pelos condutores dos veículos que estão posicionados mais atrás na fila, permitindo o acionamento do freio com maior antecipação, contribuindo, assim, para evitar as colisões traseiras simples ou em série (engavetamento). Outra vantagem da terceira luz de freio é que ela normalmente se mantém mais limpa por estar em posição mais elevada, e, portanto, mais visível nos dias de chuva e/ou no tráfego em estradas não pavimentadas.

Para as pessoas que trabalham à noite nas vias urbanas e rodovias é de vital importância utilização de material refletivo nas roupas.

### **AÇÕES ESPECÍFICAS**

A seguir são mencionados os valores da redução de acidentes esperados de diversas ações específicas no âmbito dos Veículos e Equipamentos de Segurança extraídos de Elvik & Vaa<sup>19</sup> e Elvik et al.<sup>8</sup>, com as adequações e adaptações consideradas pertinentes. O nível de confiança de que os valores estejam nos intervalos citados é de 95%. Em alguns casos são feitos breves comentários.

#### **Profundidade do sulco dos pneus**

Uma maior profundidade do sulco da banda de rodagem é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes (principalmente em pista molhada):

- Todos os acidentes: profundidade menor que 2mm para cerca de 2,5mm = -30% a -5% (melhor estimativa = -19%); profundidade de cerca de 2,5mm para cerca de 4mm = -19% a +3% (melhor estimativa = -9%); profundidade de cerca 4mm para mais de 5mm = -1% a +12% (melhor estimativa = +6%).

A profundidade do sulco da banda de rodagem influi na aderência dos pneus com a superfície de rolamento, afetando, assim, a distância de frenagem e a distância necessária para desviar de um obstáculo sobre a pista. Além disso, quanto menor a profundidade do sulco, dentro de certos limites, maior a probabilidade de ocorrência de hidroplanagem quando há água acumulada sobre a pista.

### **Faróis acesos durante o dia**

O uso do farol baixo aceso nos automóveis durante o dia é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas (pedestre atropelado por automóvel) = -37% a -10% (melhor estimativa = -24%);
- Acidentes com vítimas (colisão frontal ou lateral) = -18% a -1% (melhor estimativa = -10%);
- Acidentes com vítimas (colisão traseira) = -26% a 0% (melhor estimativa = -14%);
- Acidentes com vítimas (envolvendo mais de dois veículos durante o dia) = -9% a -3% (melhor estimativa = -6%).

No Brasil, de acordo com o artigo 244, parágrafo IV, do Código de Trânsito Brasileiro, motocicleta, motoneta e ciclomotor devem obrigatoriamente transitar com os faróis acesos.

### **Terceira luz de freio**

O emprego da terceira luz de freio nos carros é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes do tipo colisão traseira = -15% a -13% (melhor estimativa = -14%).

### **Cinto de segurança**

O uso do cinto de segurança por parte dos ocupantes dos carros é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes com vítimas:

- Acidentes fatais: condutores = -55% a -45% (melhor estimativa = -50%); passageiros no banco dianteiro = -55% a -35% (melhor estimativa = -45%); passageiros no banco traseiro = -35% a -15% (melhor estimativa = -25%);
- Acidentes com vítimas graves: condutores = -50% a -40% (melhor estimativa = -45%); passageiros no banco dianteiro = -60% a -30% (melhor estimativa = -45%); passageiros no banco traseiro = -40% a -10% (melhor estimativa = -25%);
- Acidentes com vítimas leves: condutores = -30% a -20% (melhor estimativa = -25%); passageiros no banco dianteiro = -25% a -15% (melhor estimativa = -20%); passageiros no banco traseiro = -35% a -5% (melhor estimativa = -20%);

- Todos os acidentes com vítimas: condutores = -33% a -23% (melhor estimativa = -28%); passageiros no banco dianteiro = -29% a -17% (melhor estimativa = -23%); passageiros no banco traseiro = -36% a -6% (melhor estimativa = -21%).

### **Airbag**

O emprego de *airbag* é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes com vítimas:

- Acidentes fatais com condutores sem cinto de segurança = -11% a +9% (melhor estimativa = -1%);
- Acidentes fatais com condutores com cinto de segurança = -24% a -5% (melhor estimativa = -15%);
- Acidentes fatais do tipo colisão frontal com condutores sem cinto de segurança = -18% a -7% (melhor estimativa = -13%);
- Acidentes fatais do tipo colisão frontal com condutores com cinto de segurança = -47% a +5% (melhor estimativa = -5%).

### **Uso de capacete por motociclistas**

O uso de capacete por motociclistas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes com vítimas:

- Acidentes fatais com lesões na cabeça = -55% a -32% (melhor estimativa = -44%);
- Acidentes com lesões graves na cabeça = -58% a -39% (melhor estimativa = -49%);
- Acidentes com lesões leves na cabeça = -41% a -25% (melhor estimativa = -33%);
- Acidentes com vítimas = -30% a -20% (melhor estimativa = -25%).

### **Uso de capacete por ciclistas**

O uso de capacete adequado por parte de ciclistas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes com vítimas:

- Acidentes com lesões na cabeça = -73% a -51% (melhor estimativa = -64%);
- Acidentes com lesões na face = -52% a -9% (melhor estimativa = -34%).

### **Crianças no banco traseiro ou dianteiro**

O fato da criança estar sentada no banco traseiro em vez de no banco dianteiro é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes com vítimas:

- Acidentes com a criança como vítima: não usando cadeira especial em ambas as situações = -29% a -22% (melhor estimativa = -26%); usando cadeira especial em ambas as situações = -23% a -4% (melhor estimativa = -14%).

### **Cadeiras especiais para crianças**

O uso de cadeira especial por parte das crianças pequenas, comparado com o uso do cinto de segurança, é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes com vítimas:

- Acidentes com crianças como vítimas = -79% a -59% (melhor estimativa = -71%).

### **Carros com melhores características**

Um carro projetado com características superiores sob a ótica da segurança é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de vítimas:

- Vítimas fatais = -29% a -10% (melhor estimativa = -20%).

### **Encosto para a cabeça**

A presença de encosto para a cabeça no assento é prevista conduzir às seguintes alterações na ocorrência de lesões na região do pescoço nos acidentes do tipo colisão traseira:

- Para encosto ajustável = -17% a -11% (melhor estimativa = -14%);
- Para encosto fixo = -34% a -17% (melhor estimativa = -25%).

### **Teto resistente a impactos**

A existência de teto resistente a impacto é prevista conduzir às seguintes alterações número de acidentes do tipo capotagem:

- Acidentes fatais = -79% a -72% (melhor estimativa = -75%);
- Acidentes com vítimas = -36% a -32% (melhor estimativa = -35%).

### **Limitador de velocidade**

O emprego de dispositivo limitador de velocidade nos veículos é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas não fatais = -10% a -36% (melhor estimativa = -23%);
- Acidentes com vítimas fatais = -59% a -18% (melhor estimativa = -38%).

### **Uso de material refletivo por parte dos pedestres**

O uso de material refletivo nas roupas de pedestres é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Atropelamentos noturnos = -95% a -75% (melhor estimativa = -85%).

## **14.6 SISTEMA VIÁRIO**

### **AÇÕES DE CARÁTER GERAL**

#### **Projeto das vias**

As características das vias, em especial daquelas onde a velocidade é alta (rodovias e vias urbanas expressas), têm uma grande influência na acidentalidade viária, razão pela qual devem ser estabelecidos padrões apropriados para o projeto das mesmas. Alguns aspectos importantes são: raios das curvas horizontais e verticais, declividade das rampas, compatibilização do traçado em planta e do perfil longitudinal, dimensões dos elementos da seção transversal, drenagem, rugosidade do pavimento, largura livre lateral, barreiras de contenção lateral, dispositivos amortecedores de choque, etc.

Em particular, atenção especial deve ser focada às interseções, pois é nelas que ocorre uma grande parte dos acidentes. Nesse sentido, deve-se definir claramente a trajetória a ser seguida mediante sinalização horizontal, definir claramente a prioridade na passagem com sinalização vertical e horizontal apropriada, diminuir a área de conflito, melhorar a visibilidade, proporcionar ângulos de entrada que facilitem a visão dos veículos das outras vias, implantar faixas de aceleração/desaceleração onde necessárias, utilizar semáforo ou viaduto (cruzamento em desnível) quando o tráfego é intenso, induzir a redução da velocidade nas aproximações, sinalizar antecipadamente a existência da interseção, etc.

Também importante é o emprego de dispositivos para a redução da velocidade onde necessário. Os principais dispositivos utilizados são: lombadas, travessias de pedestres elevadas (lombofaixas), sonorizadores, estreitamento da pista nas esquinas e/ou nas travessias de pedestres no meio de quadra, via em forma de zig-zag (chicana), ilha para servir de refúgio para os pedestres no centro da via, minirrotatórias, etc.

#### **Sinalização adequada**

Uma sinalização adequada é fundamental para a segurança viária.

Especial atenção deve ser dada a três pontos: a visibilidade das linhas de demarcação de borda, de separação de faixas e de parada obrigatória; a existência de elementos verticais refletivos demarcadores de curvas de pequeno raio, ilhas, obras, etc; e a existência de avisos prévios de mudanças nas características da via em razão da presença de obras na pista, semáforos, cruzamentos com via preferencial, acidentes, incidentes, etc.

#### **Avisos em painéis digitais**

A veiculação de informações adequadas em painéis digitais contribui para a redução da acidentalidade.

Algumas das informações que podem ser veiculadas são: existência de neblina, acidentes à frente, porcentagem de condutores que passaram pelo local com velocidade acima do limite legal num dado período de tempo (última hora, dia anterior, última semana, etc.), porcentagem de condutores que não respeitaram a prioridade dos pedestres na faixa, velocidade do veículo ao passar pelo local, condutor mantendo distância insuficiente do veículo da frente, existência de fila de veículos parados ou com baixa velocidade à frente (tráfego congestionamento, via em obras, etc.), etc.

### **Barreiras para pedestres e/ou animais**

Nos trechos urbanos e nas vias urbanas expressas pode ocorrer um grande número de atropelamentos de pedestres por imprudência das pessoas em cruzar a via fora dos locais apropriados (passarelas, túneis, faixas de pedestres bem sinalizadas, etc.). Nesses casos pode ser indicada a construção de barreiras (gradil metálico, cerca, muro, etc.) para evitar que os pedestres atravessem. Nas rodovias e vias com duas ou mais faixas por sentido o usual é implantar a barreira no canteiro central.

A construção de cercas nas laterais das vias também é recomendada nos locais onde existe um elevado número de atropelamentos de animais.

### **Auditoria de segurança viária**

As auditorias de segurança viária nas etapas de planejamento, projeto, construção, manutenção e operação podem contribuir bastante para a redução dos acidentes e das mortes no trânsito.

### **AÇÕES ESPECÍFICAS**

A seguir são mencionados os valores da redução de acidentes esperados de diversas ações específicas no âmbito do Sistema Viário extraídos sobretudo de Elvik & Vaa<sup>19</sup> e Elvik et al.<sup>8</sup>, com as adequações e adaptações consideradas pertinentes. O nível de confiança de que os valores estejam nos intervalos citados é de 95%. Em alguns casos são feitos breves comentários.

### **Rodovias de qualidade superior**

Para efeito da comparação de rodovias com diferentes padrões de segurança são considerados os seguintes três tipos de rodovias:

- Rodovia classe A – Rodovias com duas ou mais faixas por sentido, divisão central física com canteiro largo ou elemento de contenção, número reduzido de saídas e entradas sempre em pistas de aceleração/desaceleração e características geométricas de excelente padrão.

- Rodovia classe B – Rodovias com duas ou mais faixas por sentido, normalmente com divisão central mediante faixa pintada no pavimento, com significativo número de entradas e saídas diretas e características geométricas de bom padrão; ou rodovias de pista simples (duas faixas e dois sentidos) com faixa adicional nos aclives acentuados, com significativo número de entradas e saídas diretas e características geométricas de padrão superior.
- Rodovia classe C – Rodovias de pista simples (duas faixas e dois sentidos) sem faixa adicional nos aclives acentuados, com grande número de entradas e saídas diretas e características geométricas de padrão inferior.

### **Rodovia classe A x Rodovia classe B**

Em relação às rodovias de classe B, as rodovias de classe A são previstas ter as seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -70% a -30% (melhor estimativa = -50%).

### **Rodovia classe B x Rodovia classe C**

Em relação às rodovias de classe C, as rodovias de classe B são previstas ter as seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -80% a -40% (melhor estimativa = -60%).

### **Implantação de terceira faixa**

A implantação de faixa adicional para permitir a ultrapassagem nos aclives acentuados nas rodovias de pista simples é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -27% a -4% (melhor estimativa = -13%);
- Acidentes sem vítimas = -27% a -7% (melhor estimativa = -18%).

### **Implantação de trechos curtos com quatro faixas**

A implantação de trechos curtos com quatro faixas para permitir ultrapassagens nos aclives/declives acentuados nas rodovias de pista simples é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -55% a -25% (melhor estimativa = -40%);
- Acidentes sem vítimas = -37% a +42% (melhor estimativa = -6%).

### **Implantação de acostamento em rodovias**

A implantação de acostamento com largura acima de 1,80m é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -30% a -2% (melhor estimativa = -17%);
- Acidentes sem vítimas = -60% a -43% (melhor estimativa = -49%).

### **Pavimentação do acostamento em rodovias**

A pavimentação de acostamento já existente, com largura acima de 1,80m, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -48% a -24% (melhor estimativa = -37%).

### **Aumento da largura de rodovias estreitas**

O aumento da largura de rodovias estreitas e, portanto, da largura de faixas de tráfego estreitas para padrões adequados, é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -8% a -1% (melhor estimativa = -5%).

A explicação é que a maior largura das faixas reduz o risco de colisão lateral e, em menor medida, colisão frontal e traseira.

### **Aumento da largura de vias urbanas estreitas**

O aumento da largura de vias urbanas estreitas e, portanto, da largura de faixas de tráfego estreitas para padrões adequados, é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = +7% a +20% (melhor estimativa = +14%).

A explicação é que a maior largura aumenta o tempo de travessia de pedestres e de veículos nas interseções, superando, assim, o benefício da dedução do risco de colisão.

### **Aumento da largura de pontes estreitas**

O aumento da largura de pontes estreitas para padrões adequados é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -51% a -14% (melhor estimativa = -35%).

### **Implantação de divisão central física em rodovias**

Em rodovias com duas ou mais faixas por sentido e divisão central mediante linhas pintadas no pavimento, a implantação de divisão central física, com mureta resistente ou canteiro largo, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -15% a -8% (melhor estimativa = -12%);
- Acidentes sem vítimas = -21% a -14% (melhor estimativa = -18%).

A separação física das correntes de tráfego atua no sentido de reduzir/eliminar a invasão das faixas destinadas ao fluxo oposto, evitar que veículos cruzem a pista e, conforme o tipo utilizado, desestimular ou mesmo impedir que pedestres atravessem a rodovia.

### **Implantação de divisão central física em vias urbanas**

Em vias urbanas com duas ou mais faixas por sentido e divisão central mediante linhas pintadas no pavimento, a implantação de divisão central física (mureta resistente) é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -33% a -3% (melhor estimativa = -19%).

### **Implantação de canteiro central com guia em vias urbanas**

Em vias urbanas com duas ou mais faixas por sentido e divisão central mediante linhas pintadas no pavimento, a implantação de canteiro central mediante a colocação de guias, com largura acima de 1m para servir como refúgio para os pedestres cruzarem a via em duas etapas, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -16% a -24% (melhor estimativa = -20%).

### **Contenção lateral nos trechos em aterro**

O emprego de contenção lateral (barreira de concreto ou defesa metálica) nos trechos de rodovia em aterro de grande altura e com declividade alta é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais associados à saída da rodovia = -54% a -32% (melhor estimativa = -44%);
- Acidentes com vítimas associados à saída da rodovia = -52% a -41% (melhor estimativa = -47%);
- Todos os acidentes associados à saída da rodovia = -35% a +33% (melhor estimativa = -7%).

### **Contenção na parte central de rodovias com duas ou mais faixas por sentido**

O emprego de contenção (barreira de concreto ou defesa metálica) na parte central de rodovias com duas ou mais faixas por sentido é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais = -53% a -31% (melhor estimativa = -43%);

- Acidentes com vítimas = -36% a -23% (melhor estimativa = -30%);
- Todos os acidentes = +21% a +27% (melhor estimativa = +24%).

### **Defensa metálica em substituição à barreira de concreto**

A substituição de barreira de concreto (rígida) por defesa metálica (flexível) é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais = -66% a +2% (melhor estimativa = -41%);
- Acidentes com vítimas = -42% a -20% (melhor estimativa = -32%).

### **Contenção com cabos na parte central de rodovias de pista simples**

O emprego de contenção com cabos de aço suportados por pilares metálicos na parte central das rodovias de pista simples é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais = -100% (melhor estimativa = -100%);
- Acidentes com vítimas = -36% a -16% (melhor estimativa = -26%);
- Todos os acidentes = +24% a +44% (melhor estimativa = +34%).

### **Contenção com cabos na parte central de rodovias com pista dupla**

O emprego de contenção com cabos de aço suportados por pilares metálicos na parte central das rodovias de pista dupla é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -40% a -15% (melhor estimativa = -29%).

### **Amortecedores de choque**

O emprego de amortecedores de choque na frente de elementos fixos rígidos isolados situados próximos a pista das rodovias é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais resultantes de choque com obstáculos = -83% a -46% (melhor estimativa = -69%);
- Acidentes com vítimas resultantes de choque com obstáculos = -75% a -62% (melhor estimativa = -69%);
- Acidentes sem vítimas resultantes de choque com obstáculos = -63% a -23% (melhor estimativa = -46%).

## **Faixa lateral de rodovias**

### **Declividade do terreno**

A redução da declividade transversal do terreno ao lado da rodovia é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas: de 1:3 para 1:4 = -46% a -38% (melhor estimativa = -42%), de 1:4 para 1:6 = -26% a -18% (melhor estimativa = -22%);
- Acidentes sem vítimas: de 1:3 para 1:4 = -33% a -25% (melhor estimativa = -29%), de 1:4 para 1:6 = -26% a -21% (melhor estimativa = -24%).

A explicação é que terrenos mais planos facilitam a recuperação do controle dos veículos que saem da pista, facilitam o desvio de obstáculos sobre a pista e, muitas vezes, proporcionam uma melhor visibilidade.

### **Largura livre de obstáculos**

O aumento da largura livre de obstáculos fixos rígidos (postes, árvores, etc.) situada ao lado da rodovia é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes: de 1m para 5m = -24% a -20% (melhor estimativa = -22%), de 5m para 9m = -46% a -43% (melhor estimativa = -44%).

A explicação é que se não houver o choque com obstáculos fixos rígidos, muitos dos veículos que saem da pista por estarem desgovernados, ou tentando desviar de outros veículos ou obstáculos situados na pista, podem ter o controle recuperado sem que ocorra qualquer acidente.

## **Aumento do raio de curva em rodovias e vias urbanas expressas**

O aumento do raio das curvas em vias de alta velocidade é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes: de 100m para 300m = -55% a -45% (melhor estimativa = -50%), de 300m para 500m = -36% a -29% (melhor estimativa = -33%), de 500m para 800m = -27% a -19% (melhor estimativa = -23%), de 800 para 1.500m = -22% a -14% (melhor estimativa = -18%), de 1.500m para valor acima de 2.000m = -16% a -8% (melhor estimativa = -12%), aumento do raio a partir de 2.000m = -5% a +5% (melhor estimativa = 0%).

### **Emprego de curva de transição em rodovias e vias urbanas expressas**

O emprego de curva de transição entre trechos retos e curvas circulares em vias de alta velocidade é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -19% a -1% (melhor estimativa = -11%).

### **Emprego de declividade longitudinal menor**

O emprego de declividade longitudinal menor em vias de alta velocidade é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes: acima de 7% para de 6% = -38% a +1% (melhor estimativa = -20%), de 6% para 4% = -20% a 0% (melhor estimativa = -10%), de 4% para 2,5% = -15% a -5% (melhor estimativa = -10%), de 2,5% para 1,5% = -12% a -1% (melhor estimativa = -7%), de 1,5% para menos de 1% = -8% a +6% (melhor estimativa = -2%).

### **Reconstrução de rodovias**

A reconstrução de uma via contempla, no caso mais geral, a melhoria do traçado em planta e perfil, da seção transversal, da superfície do pavimento, da sinalização, do sistema de contenção lateral e frontal, etc.

#### **Rodovias em zona rural**

A reconstrução de rodovias em zona rural é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -25% a -15% (melhor estimativa = -20%);
- Acidentes sem vítimas = -12% a +3% (melhor estimativa = -5%).

#### **Rodovias em zona urbana**

A reconstrução de rodovias em zona urbana é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -12% a -1% (melhor estimativa = -7%);
- Acidentes sem vítimas = -12% a +3% (melhor estimativa = -5%).

### **Recapeamento de pavimento com pequenos defeitos**

O recapeamento de pavimento com pequenos defeitos (superfície desgastada e pequenas trincas e deformações) é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -4% a +6% (melhor estimativa = +1%);
- Acidentes com vítimas = -13% a +6% (melhor estimativa = -4%).

Com a melhoria da superfície de rolamento os condutores passam a utilizar velocidades maiores reduzindo o benefício da rodagem em uma superfície mais regular.

### **Conserto de defeitos no pavimento**

O conserto de defeitos significativos no pavimento (buracos, trincas e deformações acentuadas) é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -5% a +30% (melhor estimativa = +10%);
- Acidentes sem vítimas = -5% a +30% (melhor estimativa = +10%).

Com a melhoria da superfície de rolamento, os condutores passam a utilizar velocidades maiores e prestar menos atenção ao ato de dirigir, pois não necessitam desviar dos buracos maiores, o que leva quase sempre a um aumento do número de acidentes, com o benefício do conserto ficando restrito à melhoria da mobilidade (maior velocidade) e conforto (rodar mais suave).

### **Aumento da rugosidade de pavimento liso**

O aumento da rugosidade de pavimentos lisos, mediante o recapeamento com mistura asfáltica adequada, é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -5% a -10% (melhor estimativa = -7%).

O maior atrito entre os pneus e o pavimento reduz a distância de frenagem e a distância para desviar de obstáculos girando o volante, atuando, assim, para reduzir os acidentes sobretudo quando a pista está molhada.

### **Contorno rodoviário**

A implantação de contorno rodoviário, em geral com rodovia de classe A ou B, para eliminar o tráfego de passagem em vias que cruzam a cidade, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -33% a -16% (melhor estimativa = -25%);
- Acidentes sem vítimas = -38% a -13% (melhor estimativa = -27%);
- Todos os acidentes = -38% a +1% (melhor estimativa = -21%).

### **Tela antiofuscante na parte central de rodovias**

A implantação de tela antiofuscante na parte central de rodovias de múltiplas faixas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes noturnos com vítimas = -45% a +45% (melhor estimativa = -11%);
- Acidentes noturnos sem vítimas = -25% a +51% (melhor estimativa = +6%).

### **Sinalização de curvas fechadas**

A existência de curvas fechadas (de pequeno raio) em rodovias após longo trecho reto e/ou com curvas de grande raio contribui para a ocorrência de acidentes, pois os condutores têm a expectativa de que o alinhamento à frente é similar ao percorrido até então. Nas vias com muitas curvas fechadas, a quantidade de acidentes nas curvas é proporcionalmente menor, pois os condutores já dirigem com a expectativa de encontrar uma nova curva de pequeno raio à frente.

#### **Sinais com aviso da existência da curva**

O emprego de sinais avisando da existência de curva fechada à frente é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -73% a +84% (melhor estimativa = -30%);
- Acidentes sem vítimas = -60% a +108% (melhor estimativa = -8%).

#### **Sinais com aviso da velocidade máxima recomendada**

O emprego de sinais com aviso da velocidade máxima recomendada antes de curvas fechadas é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -22% a -2% (melhor estimativa = -13%);
- Acidentes sem vítimas = -50% a 0% (melhor estimativa = -29%).

#### **Sinalização com marcadores de alinhamento**

O emprego de marcadores de alinhamento (usualmente postinhos com cerca de 1m de altura com sinal indicativo de direção na parte superior, conhecidos como sargentos) nas curvas fechadas é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -52% a -22% (melhor estimativa = -39%);
- Acidentes sem vítimas = -44% a +21% (melhor estimativa = -18%).

### **Aumento do número de faixas de vias urbanas arteriais**

#### **Em vias com duas ou três faixas sem divisão central física**

O aumento da capacidade de vias arteriais urbanas por meio da adição de faixas de tráfego em vias com duas ou três faixas sem divisão central física é

previsto conduzir às seguintes alterações no número de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -15% a -8% (melhor estimativa = -12%);
- Acidentes sem vítimas = +24% a +40% (melhor estimativa = +32%).

#### **Em vias com duas ou quatro faixas sem divisão central física**

O aumento da capacidade de vias arteriais urbanas por meio da adição de faixas de tráfego em vias com duas ou quatro faixas sem divisão central física é previsto conduzir às seguintes alterações no número de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -13% a -8% (melhor estimativa = -11%);
- Acidentes sem vítimas = +8% a +18% (melhor estimativa = +32%).

#### **Em vias com duas ou quatro faixas com divisão central física**

O aumento da capacidade de vias arteriais urbanas por meio da adição de faixas de tráfego em vias com duas ou quatro faixas com divisão central física é previsto conduzir às seguintes alterações no número de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -9% a +2% (melhor estimativa = -4%);
- Acidentes sem vítimas = +8% a +22% (melhor estimativa = +15%).

### **Implantação de trevos**

#### **Em interseções com três pernas**

A implantação de trevo (cruzamento em desnível dos fluxos principais) em interseções com três pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -20% a +28% (melhor estimativa = +1%).

#### **Em interseções com quatro pernas**

A implantação de trevo (cruzamento em desnível dos fluxos principais) em interseções com quatro pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -57% a -46% (melhor estimativa = -50%).

### **Implantação de rotatórias com preferência para o tráfego circulante**

#### **Em interseções com sinal de “Dê a preferência”**

A implantação de rotatória em interseções onde antes a prioridade de

passagem era estabelecida com sinal de Dê a Preferência é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -47% a -31% (melhor estimativa = -40%).

### **Em interseções com semáforo**

A implantação de rotatória em interseções onde antes havia semáforo é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -27% a +1% (melhor estimativa = -14%).

### **Canalização do tráfego em interseções**

#### **Separação física de todas as faixas da via secundária em interseções com três pernas**

A separação com elemento físico das diversas faixas da via secundária em interseções com três pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = +1% a +38% (melhor estimativa = +18%).

#### **Separação física de todas as faixas da via secundária em interseções com quatro pernas**

A separação com elemento físico das diversas faixas da via secundária em interseções com quatro pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -31% a -7% (melhor estimativa = -20%);
- Acidentes sem vítimas = -71% a +47% (melhor estimativa = -35%).

#### **Separação física da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com três pernas**

A separação física da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com três pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -52% a +10% (melhor estimativa = -27%).

#### **Separação com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com três pernas**

A separação com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal

em interseções com três pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -63% a +79% (melhor estimativa = -19%).

#### **Separação física da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com quatro pernas**

A separação física da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com quatro pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -25% a +22% (melhor estimativa = -4%).

#### **Separação com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com quatro pernas**

A separação com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com quatro pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -52% a +170% (melhor estimativa = +14%).

#### **Separação física ou com pintura da faixa de conversão à direita da via principal em interseções com três pernas**

A separação física ou com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções com três pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -15% a +48% (melhor estimativa = +12%).

#### **Separação física ou com pintura da faixa de conversão à direita da via principal em interseções com quatro pernas**

A separação física ou com pintura da faixa de conversão à esquerda da via principal em interseções comuns com quatro pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -25% a -12% (melhor estimativa = -19%).

#### **Separação física de todas as faixas das duas vias em interseções com três pernas**

A separação física de todas as faixas das duas vias em interseções com três pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -2% a +58% (melhor estimativa = +24%).

### **Separação física de todas as faixas das duas vias em interseções com quatro pernas**

A separação física de todas as faixas das duas vias em interseções com quatro pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -52% a -5% (melhor estimativa = -32%).

### **Separação com pintura de todas as faixas das duas vias em interseções com quatro pernas**

A separação com pintura de todas as faixas das duas vias em interseções com quatro pernas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -70% a -41% (melhor estimativa = -57%).

### **Aumento da distância de visibilidade em interseções não semaforizadas**

Nas interseções com sinal do tipo Pare ou Dê a Preferência, onde a distância de visibilidade para os veículos da via secundária é insuficiente, o aumento da distância de visibilidade para um valor adequado é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -18% a +14% (melhor estimativa = -3%);
- Acidentes sem vítimas = -24% a -7% (melhor estimativa = -16%);
- Todos os acidentes = -19% a -4% (melhor estimativa = -12%).

### **Redução da declividade em interseções**

Nas interseções onde a declividade de qualquer uma das vias, ou de ambas, é grande, a diminuição da declividade para menos de 3% é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -30% a -3% (melhor estimativa = -17%);
- Acidentes sem vítimas = +1% a +27% (melhor estimativa = +13%).

### **Ações voltadas para pedestres e ciclistas**

#### **Via separada para pedestres e bicicletas**

A implantação de calçada (superfície revestida situada entre 10 e 15cm acima da pista) para pedestres e bicicletas (com espaços separados por linha demarcatória contínua) ao lado da pista destinada aos veículos motorizados é

prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -32% a +21% (melhor estimativa = -10%);
- Acidentes com ciclistas como vítimas = -29% a +45% (melhor estimativa = +1%);
- Acidentes com ocupantes de veículos motorizados como vítimas = -10% a +14% (melhor estimativa = +1%);
- Todos os acidentes com vítimas = -10% a +11% (melhor estimativa = 0%).

### **Ciclovía (via exclusiva para bicicleta)**

A implantação de ciclovía (via exclusiva para bicicleta) isolada, ou separada com guia da pista destinada aos veículos motorizados e da calçada para pedestres (neste caso a separação pode ser mediante a demarcação de linha contínua) é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -11% a +4% (melhor estimativa = -3%);
- Acidentes com ciclistas como vítimas = -3% a +18% (melhor estimativa = +7%);
- Acidentes com ocupantes de veículos motorizados como vítimas = -12% a -1% (melhor estimativa = -7%);
- Todos os acidentes com vítimas = -5% a +1% (melhor estimativa = -2%).

### **Ciclofaixa**

O emprego de ciclofaixa (faixa separada mediante a colocação de uma linha contínua para o uso de bicicletas) na pista destinada aos veículos motorizados é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -42% a -16% (melhor estimativa = -30%);
- Acidentes com ciclistas como vítimas = -17% a 0% (melhor estimativa = -9%);
- Acidentes com ocupantes de veículos motorizados como vítimas = -42% a -31% (melhor estimativa = -37%);
- Todos os acidentes com vítimas = -25% a -16% (melhor estimativa = -21%).

### **Ciclofaixa em interseção semaforizada**

O emprego de ciclofaixa em interseção semaforizada é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com ciclistas como vítimas = -29% a +16% (melhor estimativa = -9%);
- Todos os acidentes com vítimas = -7% a +38% (melhor estimativa = +14%).

### **Passarela ou túnel para pedestres e bicicletas**

A implantação de passarela ou túnel para os pedestres/ciclistas cruzarem uma via movimentada é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -90% a -69% (melhor estimativa = -82%);
- Acidentes com ocupantes de veículos motorizados como vítimas = -29% a +15% (melhor estimativa = -9%);
- Todos os acidentes com vítimas = -44% a -13% (melhor estimativa = -30%).

### **Iluminação de vias**

A iluminação adequada de vias é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes noturnos com vítimas fatais = -62% a -57% (melhor estimativa = -60%);
- Acidentes noturnos com vítimas = -34% a -11% (melhor estimativa = -23%);
- Acidentes noturnos sem vítimas = -23% a -10% (melhor estimativa = -16%).

### **Melhoria na iluminação**

Se a iluminação de uma via é deficiente, a melhoria das mesma é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes noturnos com vítimas: de ruim para médio = -20% a +6% (melhor estimativa = -8%), de ruim para bom = -17% a -9% (melhor estimativa = -13%);
- Acidentes noturnos sem vítimas: de ruim para médio = -4% a +3% (melhor estimativa = -1%), de ruim para bom = -14% a -4% (melhor estimativa = -9%).

### **Iluminação de túneis**

A iluminação de túneis é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -51% a -14% (melhor estimativa = -35%).

### **Correção de sinalização incorreta**

A correção de sinalização (vertical e horizontal) incorreta é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -25% a -3% (melhor estimativa = -15%);
- Acidentes sem vítimas = -14% a 0% (melhor estimativa = -7%).

O conceito de sinalização incorreta está associado aos seguintes principais problemas: falta de sinais, excesso de sinais, uso equivocado de sinais, erro no posicionamento do sinal prejudicando a visibilidade, sinal colocado fora do lugar correto confundindo os usuários, falta de correspondência entre a sinalização vertical e horizontal, sinais sem retrorrefletância adequada comprometendo à visibilidade noturna, sinalização com visibilidade prejudicada por falta de manutenção, etc.

### **Sinalização superior no caso de obras na via**

O emprego de uma sinalização temporária de padrão superior ao usual no caso de obras na via é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -65% a -5% (melhor estimativa = -40%).

### **Número de acessos (entradas e saídas) em rodovias e vias urbanas expressas**

#### **Redução de 30 para 15 acessos por quilômetro**

A redução de 30 para 15 acessos por quilômetro é prevista conduzir às seguintes alterações no número de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -33% a -25% (melhor estimativa = -29%).

#### **Redução de 15 para 6 acessos por quilômetro**

A redução de 15 para 6 acessos por quilômetro é prevista conduzir às seguintes alterações no número de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -34% a -29% (melhor estimativa = -31%).

#### **Redução de 6 para menos de 3 acessos por quilômetro**

A redução de 6 para 3 acessos por quilômetro é prevista conduzir às seguintes alterações no número de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -28% a -22% (melhor estimativa = -25%).

### **Colocação de sinal de parada obrigatória**

#### **Em cruzamentos originariamente sem sinalização**

A colocação de sinal de “Pare” em cruzamentos originariamente sem sinalização é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -44% a -25% (melhor estimativa = -35%);
- Acidentes sem vítimas = -34% a +8% (melhor estimativa = -16%).

Em cruzamentos sem sinalização a prioridade de passagem, de acordo com a legislação, é do veículo que vem da direita — regra que gera muita confusão na prática, por não ser de aplicação automática e, no caso do Brasil, nem sequer lembrada por muitos dos condutores. Nos cruzamentos pouco movimentados onde não há sinalização, essa regra é muitas vezes ignorada, com os condutores adotando como preferencial a via mais movimentada, ou a via onde existe mais estabelecimentos comerciais.

### **Em cruzamento originariamente com sinal de “Dê a preferência”**

A colocação de sinal de “Pare” em cruzamentos originariamente com sinal de “Dê a preferência”, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -38% a -16% (melhor estimativa = -28%);
- Acidentes sem vítimas = -21% a -2% (melhor estimativa = -12%).

Esses valores resultam de estudos realizados em países desenvolvidos, onde os condutores efetivamente param no sinal de “Pare” e, no sinal de “Dê a preferência”, somente param quando houver um veículo próximo na via preferencial. No Brasil, no entanto, os condutores interpretam o sinal de “Pare” como se fosse um sinal de “Dê a preferência”, isto é, somente param se houver um veículo próximo na via preferencial. Dessa forma, o benefício do emprego do sinal de “Pare” no país reside no fato de que a mensagem é mais forte e mais clara. Em vista do exposto, deve haver, no caso do Brasil, uma maior eficácia, do ponto de vista da segurança, no emprego do sinal de “Pare” em relação ao sinal de “Dê a preferência”, mas com benefício presumivelmente menor em relação aos valores mencionados.

### **Semáforo em cruzamentos**

#### **Em cruzamentos com três pernas**

A colocação de semáforo em cruzamentos com três pernas, originariamente com sinal de parada obrigatória, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -25% a -5% (melhor estimativa = -15%);
- Acidentes sem vítimas = -40% a +15% (melhor estimativa = -15%).

#### **Em cruzamentos com quatro pernas**

A colocação de semáforo em cruzamentos com quatro pernas, originariamente com sinal de parada obrigatória, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -35% a -25% (melhor estimativa = -30%);
- Acidentes sem vítimas = -45% a -25% (melhor estimativa = -35%).

### **Semáforo para pedestres no meio de quadra**

A colocação de semáforo para pedestres no meio de quadra onde anteriormente havia apenas faixa de pedestres, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -59% a +29% (melhor estimativa = -27%);

- Acidentes com ocupantes de veículos como vítimas = -45% a +309% (melhor estimativa = +53%);
- Todos os acidentes com vítimas = -56% a +32% (melhor estimativa = -23%).

## **Mudanças em semáforos existentes**

### **Fase exclusiva para a travessia de pedestres**

A implantação de fase exclusiva para a travessia de pedestres em um semáforo é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -40% a -15% (melhor estimativa = -30%);
- Acidentes com ocupantes de veículos como vítimas = -27% a -9% (melhor estimativa = -18%).

### **Vermelho total**

A introdução de vermelho total com duração entre 2 e 3 segundos, ou aumento da duração de 1 para 2-3 segundos, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -65% a -40% (melhor estimativa = -55%).

### **Fase exclusiva para conversão à esquerda**

A implantação de fase exclusiva para a conversão à esquerda, onde essa manobra é permitida, mas não protegida, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes envolvendo conversão à esquerda = -64% a -50% (melhor estimativa = -58%).

### **Melhoria da sinalização horizontal e da canalização do tráfego**

A melhoria da sinalização horizontal e da canalização do tráfego em interseções semaforizadas é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -35% a +10% (melhor estimativa = -15%).

### **Melhoria da visibilidade dos grupos focais**

Quando as condições de visibilidade dos grupos focais são ruins, a correção do problema é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -45% a -35% (melhor estimativa = -40%).

A melhoria das condições de visibilidade dos grupos focais pode ser obtida

mediante uma ou mais das seguintes medidas: retirada de elementos físicos que prejudicam a visão dos grupos focais, mudança da posição do grupo focal para uma posição mais visível, utilização de focos com maior tamanho, utilização de anteparos atrás dos focos, etc.

### **Duração e ordem das fases**

A correção de problemas associados à duração e/ou à ordem das fases de um semáforo é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -75% a -15% (melhor estimativa = -55%);
- Acidentes sem vítimas = -25% a +70% (melhor estimativa = +15%).

### **Implantação de controle atuado pelo tráfego**

A implantação de controle atuado pelo tráfego em substituição ao controle de tempo fixo é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -33% a -15% (melhor estimativa = -25%).

### **Coordenação da operação**

A coordenação da operação de semáforos próximos com sistema de onda verde é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -22% a -15% (melhor estimativa = -19%);
- Acidentes sem vítimas = -26% a -20% (melhor estimativa = -23%).

### **Amarelo piscante**

O emprego de amarelo piscante quando o tráfego é pequeno, principalmente durante a madrugada, é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas no amarelo piscante = -7% a +165% (melhor estimativa = +55%);
- Acidentes sem vítimas no amarelo piscante = +30% a +55% (melhor estimativa = +40%).

### **Conversão à direita no vermelho**

A permissão de conversão à direita no vermelho quando não há veículos e nem pedestres passando é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas envolvendo conversão à direita = +50% a +70% (melhor estimativa = +60%);
- Acidentes sem vítimas envolvendo conversão à direita = +9% a +11% (melhor estimativa = +10%).

## **Informador do tempo de verde e de vermelho restante**

A utilização de informador do tempo de verde e de vermelho restante, com indicação digital ou conjunto de lâmpadas que vão se apagando uma a uma, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes (Spigolon<sup>60</sup>):

- Todos os acidentes em geral = -35% a -15% (melhor estimativa = -25%).

## **Redução do limite legal de velocidade**

### **De 60 para 40km/h e de 50 para 30km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 60 para 40km/h e de 50 para 30km/h é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -76% a -54% (melhor estimativa = -67%).

### **De 70 para 60km/h e de 60 para 50km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 70 para 60km/h e de 60 para 50km/h é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais = -31% a -14% (melhor estimativa = -23%);
- Acidentes com vítimas = -10% a -7% (melhor estimativa = -9%);
- Todos os acidentes = -11% a -8% (melhor estimativa = -9%).

### **De 90 para 70km/h e de 80 para 60km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 90 para 70km/h e de 80 para 60km/h é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais = -60% a -19% (melhor estimativa = -43%);
- Acidentes com vítimas = -31% a -14% (melhor estimativa = -23%);
- Acidentes sem vítimas = -40% a +17% (melhor estimativa = -6%);
- Todos os acidentes = -31% a -16% (melhor estimativa = -24%).

### **De 100 para 80km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 100 para 80km/h é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais = -39% a -19% (melhor estimativa = -29%);
- Acidentes com vítimas = -18% a -10% (melhor estimativa = -14%);
- Acidentes sem vítimas = -40% a +17% (melhor estimativa = -6%);
- Todos os acidentes = -15% a -9% (melhor estimativa = -12%).

### **De 110 para 90km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 110 para 90km/h é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais = -62% a -44% (melhor estimativa = -54%);
- Acidentes com vítimas = -7% a -4% (melhor estimativa = -6%);
- Todos os acidentes = -10% a -8% (melhor estimativa = -9%).

### **De 120 para 110km/h**

A redução do limite legal de velocidade de 120 para 110km/h é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas fatais = -30% a +40% (melhor estimativa = -1%);
- Acidentes com vítimas = -20% a -7% (melhor estimativa = -14%);
- Acidentes sem vítimas = -6% a +8% (melhor estimativa = +1%);
- Todos os acidentes = -14% a -8% (melhor estimativa = -11%).

## **Dispositivos para a redução da velocidade**

### **Lombadas e travessias de pedestres elevadas (lombofaixas)**

A instalação de lombadas e travessias de pedestres elevadas (lombofaixas) é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -57% a -34% (melhor estimativa = -41%);
- Acidentes sem vítimas = -36% a -18% (melhor estimativa = -27%).

### **Elevação da pista em interseções**

A elevação da pista em interseções no nível da calçada é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -34% a +68% (melhor estimativa = +5%);
- Acidentes sem vítimas = -55% a +183% (melhor estimativa = +13%).

### **Sonorizadores próximos a interseções**

A implantação de sonorizadores próximos a interseções é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -40% a -25% (melhor estimativa = -33%);
- Acidentes sem vítimas = -45% a -5% (melhor estimativa = -25%);
- Todos os acidentes = -25% a -5% (melhor estimativa = -20%).

### **Minirrotatórias**

A implantação de minirrotatórias, com contorno definido mediante a colocação de tachões ou material similar, em um cruzamento comum originariamente controlado com sinal de parada obrigatória para uma das vias é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes (Ogden<sup>43</sup>):

- Todos os acidentes = -30% a -40% (melhor estimativa = -35%).

### **Marcadores de pista**

Os principais dispositivos empregados para marcar a trajetória correta dos veículos são: linhas longitudinais (marcadas com tinta ou outro material) para definir as faixas de tráfego que separam fluxos de mesmo sentido ou sentidos contrários e a borda da pista; tachas, tachões ou elementos similares coloridos e que refletem a luz dos veículos aplicados ao lado das linhas contínuas ou no espaço livre das linhas seccionadas (para melhorar a visibilidade no período noturno e em condições atmosféricas adversas); marcadores de alinhamento (conhecidos como “sargentos”): placas com setas direcionais de material refletivo sustentadas por postinhos com cerca de 1m de altura colocados ao lado da pista para sinalizar a borda da mesma (sobretudo nas curvas), marcadores de distância de segurança, etc.

Durante o dia, a visibilidade das linhas depende do contraste entre as cores das mesmas e do pavimento. Durante a noite, a visibilidade depende do grau de retrorrefletância (capacidade de refletir a luz dos faróis dos veículos) do material empregado na linha; uma maior retrorrefletância é obtida com a adição de esferas de vidro na tinta de demarcação ou com o emprego de materiais especiais.

Para garantir uma boa visibilidade das linhas à noite e/ou em condições atmosféricas adversas (chuva intensa, neblina, etc.) devem ser utilizados tachas, tachões ou elementos similares confeccionados com material de alta capacidade de retrorrefletância.

### **Sonorizadores na borda da pista**

O emprego de sonorizadores na borda da pista é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes associados à saída da pista = -41% a -5% (melhor estimativa = -25%).

### **Linhas de borda e de divisão de faixas e marcadores de alinhamento**

A marcação das linhas de borda da pista e das linhas de divisão de faixas, associadas com marcadores de alinhamento, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -56% a -32% (melhor estimativa = -45%).

### **Balizadores na linha divisória central em rodovias de pista simples**

Balizadores flexíveis passados colocados na linha divisória central de rodovias de pista simples em curvas de pequeno raio vêm sendo empregados experimentalmente com excelentes resultados na rodovia Régis Bittencourt, no sul do estado de São Paulo. No entanto, não se dispõem ainda de dados confiáveis sobre a redução da acidentalidade.

### **Marcadores de distância de segurança**

A marcação de linhas e símbolos adequados na pista para indicar a distância de segurança entre veículos é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas tipo colisão traseira = -59% a -13% (melhor estimativa = -32%).

### **Dispositivos de proteção para pedestres e ciclistas**

#### **Faixa de travessia de pedestres**

A implantação de faixa de travessia de pedestres em um local sem semáforo e sem sinal de parada obrigatória é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -6% a +121% (melhor estimativa = +44%);
- Acidentes com ocupantes de veículos como vítimas = -25% a +59% (melhor estimativa = +9%);

Tudo indica que o motivo do aumento do número de acidentes esteja relacionado com a maior sensação de segurança que os pedestres têm ao atravessar na faixa, mas que não corresponde à realidade uma vez que grande parte dos condutores não respeita a preferência dos pedestres nas faixas e, portanto, não diminui a velocidade e cede o direito de passagem.

#### **Faixa de travessia de pedestres elevada (lombofaixa)**

O emprego de faixa de travessia de pedestre (lombofaixa) é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes com vítimas = -83% a -27% (melhor estimativa = -65%).

Nesse caso, a faixa de pedestres elevada obriga os condutores a reduzir a velocidade, e assim, levando à diminuição dos acidentes.

### **Ilha central na faixa de travessia de pedestres**

O emprego de ilha no centro nas vias de duplo sentido na faixa de travessia de pedestres é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -71% a +12% (melhor estimativa = -43%);
- Acidentes com ocupantes de veículos como vítimas = -7% a +52% (melhor estimativa = +19%);
- Todos os acidentes com vítimas = -55% a +24% (melhor estimativa = -25%).

### **Gradil para pedestres**

O emprego de gradil para evitar que pedestres atravessem em local inapropriado, obrigando-os a atravessar nas faixas, é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -52% a -5% (melhor estimativa = -29%);
- Acidentes com ocupantes de veículos como vítimas = -33% a +27% (melhor estimativa = -8%);
- Todos os acidentes com vítimas = -44% a -2% (melhor estimativa = -24%).

### **Controle da travessia em frente às escolas**

O controle realizado por pessoa treinada e uniformizada da travessia de estudantes defronte as escolas é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -69% a +36% (melhor estimativa = -35%).

### **Alargamento da calçada nas faixas de travessia de pedestres**

O aumento da largura da calçada para reduzir a distância da travessia, com o conseqüente estreitamento da pista nas faixas de pedestres, em interseções ou meio da quadra, é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres atravessando como vítimas = -58% a +117% (melhor estimativa = -5%).

### **Ações envolvendo estacionamento**

#### **Eliminação de estacionamento dos dois lados**

A eliminação de estacionamento dos dois lados de uma via é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -26% a -14% (melhor estimativa = -20%);
- Acidentes sem vítimas = -30% a -25% (melhor estimativa = -27%).

A explicação para a redução é a maior visibilidade para condutores e pedestres e a eliminação das manobras para estacionar e retornar ao tráfego.

### **Eliminação de estacionamento de um dos lados**

A eliminação de estacionamento de um dos lados de uma via é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -15% a +159% (melhor estimativa = +49%).

A explicação para o aumento dos acidentes é que o efeito negativo advindo da maior velocidade dos veículos supera o efeito positivo do ganho de visibilidade e da eliminação de cerca de metade das manobras para estacionar e retornar ao tráfego.

### **Mudança de estacionamento diagonal para paralelo à guia**

A mudança de estacionamento diagonal (em ângulo) para estacionamento paralelo à guia é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes nas manobras para estacionamento = -70% a -54% (melhor estimativa = -63%);
- Todos os acidentes = -42% a -27% (melhor estimativa = -35%).

### **Implantação de sentido único em uma via**

A implantação de sentido único em uma via é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -6% a +4% (melhor estimativa = -1%);
- Acidentes sem vítimas = -12% a -5% (melhor estimativa = -8%).

### **Faixas de tráfego reversíveis**

A implementação de uma ou mais faixas de tráfego reversíveis (que têm o sentido alterado conforme o período do dia) é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -16% a +66% (melhor estimativa = +18%);
- Todos os acidentes (em horário de pico) = -3% a +37% (melhor estimativa = +15%);
- Todos os acidentes = -5% a +13% (melhor estimativa = +4%).

### **Faixa exclusiva para ônibus e táxis**

A implementação de faixa exclusiva para ônibus e táxi é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = +8% a +49% (melhor estimativa = +27%);
- Todos os acidentes = -8% a 0% (melhor estimativa = -4%).

### **Via exclusiva para ônibus e táxis**

A implementação de via exclusiva para ônibus e táxi é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = +2% a +20% (melhor estimativa = +11%);
- Todos os acidentes = -54% a -37% (melhor estimativa = -46%).

### **Implantação de baia em ponto de ônibus**

A implantação de baia recuada em ponto de ônibus é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -90% a -34% (melhor estimativa = -74%);
- Acidentes sem vítimas = +9% a +348% (melhor estimativa = +120%).

### **Painéis com informações em tempo real (*on line*)**

#### **Sobre a porcentagem de condutores que respeitaram o limite de velocidade**

A informação da porcentagem de condutores que respeitaram o limite de velocidade durante a última hora (dia ou semana) no local é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -62% a -24% (melhor estimativa = -46%).

#### **Sobre a porcentagem de condutores que respeitaram a preferência dos pedestres na faixa**

A informação da porcentagem de condutores que respeitaram a preferência dos pedestres para atravessar na faixa durante a última hora (dia ou semana) no local é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com pedestres como vítimas = -96% a +199% (melhor estimativa = -65%).

#### **Sobre a velocidade de cada veículo**

A informação da velocidade de cada veículo ao passar pelo local é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -78% a +59% (melhor estimativa = -41%).

#### **Sobre o tráfego estar parado ou lento à frente**

O aviso da existência de tráfego parado ou lento à frente é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas do tipo colisão traseira = -26% a -4% (melhor estimativa = -16%);
- Acidentes sem vítimas do tipo colisão traseira = +1% a +34% (melhor estimativa = +16%).

A explicação para o aumento dos acidentes do tipo colisão traseira sem vítimas é que, quando possível, muitos condutores mudam de faixa para sair da via e seguir por outra rota.

### **Sobre a presença de neblina**

O aviso da presença de neblina à frente é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -93% a -63% (melhor estimativa = -84%).

### **Sobre a existência de acidente à frente**

O aviso da existência de acidente à frente é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes com vítimas = -59% a -22% (melhor estimativa = -44%).

### **Sobre estar à distância pequena do veículo à frente**

O aviso de que o condutor está transitando muito próximo do veículo à frente é previsto conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Acidentes do tipo colisão traseira = -56% a +104% (melhor estimativa = -6%).

### **Cruzamento com ferrovia**

#### **Implantação de sinalização**

A implantação de sinalização vertical e horizontal em uma travessia originariamente sem sinalização é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -45% a -5% (melhor estimativa = -25%).

#### **Implantação de luz piscante e sinal sonoro**

A implantação de luz piscante e sinal sonoro avisando que os trens estão se aproximando, onde antes havia somente sinalização vertical e horizontal, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -55% a -45% (melhor estimativa = -51%).

### **Implantação de barreira automática**

A implantação de barreira com acionamento automático quando os trens estão se aproximando, onde antes havia somente sinalização, é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -76% a -57% (melhor estimativa = -68%).

A colocação de barreira com acionamento automático quando os trens estão se aproximando, onde antes havia sinalização, luz piscante e sinal sonoro, é prevista conduzir às seguintes variações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -56% a -32% (melhor estimativa = -45%).

### **Melhoria das condições de visibilidade**

Nos locais onde a visibilidade é ruim e não há barreira automática, a melhoria das condições de visibilidade nos cruzamentos é prevista conduzir às seguintes alterações nos números de acidentes:

- Todos os acidentes = -68% a -5% (melhor estimativa = -44%).

## **14.7 QUESTÕES**

1. Em que âmbitos podem situar-se as ações voltadas para a redução da acidentalidade no trânsito?
2. Que tipo de ações para a redução da acidentalidade viária são de responsabilidade dos órgãos de trânsito municipais e rodoviários regionais? Relacionar algumas dessas ações.
3. Que tipo de ações para a redução da acidentalidade viária são de responsabilidade dos governos estaduais e federais? Relacionar algumas dessas ações.
4. Por que é importante ter uma estimativa do potencial das diversas ações na redução da acidentalidade, idealmente com valores desagregados por tipo de acidente quanto à gravidade?
5. Discorrer brevemente sobre a confiabilidade da previsão das ações voltadas para a redução da acidentalidade viária.
6. No que consiste e qual o mérito do trabalho de Elvik & Vaa<sup>19</sup> e Elvik et al.<sup>8</sup>?
7. Citar e comentar brevemente as principais ações voltadas para a segurança viária no âmbito político-administrativo.
8. Citar e comentar de maneira sucinta as principais ações genéricas visando à redução da acidentalidade no campo do esforço legal.
9. Quais os valores da redução da acidentalidade viária estimados por Elvik (1997) para a Noruega se houvesse uma obediência total à legislação de trânsito?
10. Citar as principais ações específicas para a redução da acidentalidade na área do esforço legal.

11. Citar e comentar de maneira sucinta as principais ações genéricas visando à redução da acidentalidade no campo da educação.
12. Citar as principais ações específicas para a redução da acidentalidade na área da educação.
13. Citar e comentar de maneira sucinta as principais ações genéricas visando à redução da acidentalidade no âmbito de veículos e equipamentos de segurança.
14. Citar as principais ações específicas para a redução da acidentalidade no âmbito de veículos e equipamentos de segurança.
15. Citar e comentar de maneira sucinta as principais ações genéricas visando à redução da acidentalidade no âmbito do sistema viário.
16. Citar as principais ações específicas para a redução da acidentalidade no âmbito do sistema viário.



# 15

## MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS AÇÕES

### 15.1 INTRODUÇÃO

O monitoramento da segurança no trânsito consiste, em uma conceituação ampla, na coleta sistemática de dados relativos à acidentalidade viária e no acompanhamento ao longo do tempo dos números e índices associados. O monitoramento pode contemplar diferentes espaços físicos: interseção, trecho de via, via, área da cidade, cidade, trecho de rodovia, rodovia, município, malha rodoviária, estado, país, etc.

Somente com o monitoramento é possível comparar o nível de segurança no trânsito entre diferentes períodos de tempo considerando o mesmo espaço físico, permitindo, assim, a avaliação da real eficácia de ações voltadas para a redução da acidentalidade viária, bem como da detecção do surgimento de problemas emergentes. A avaliação pode se referir a um único projeto ou a um conjunto de projetos implantados em um determinado espaço geográfico.

Quando se faz o acompanhamento da acidentalidade no trânsito em uma cidade, município, estado, país, malha rodoviária, etc., na realidade o que está sendo avaliada é a política de segurança viária no período analisado, que contempla o conjunto de todas as ações empreendidas.

Em uma visão mais ampla, o monitoramento/avaliação da eficácia de um projeto voltado para a segurança no trânsito deve, também, contemplar as mudanças ocorridas em toda a região de influência e considerar todos os impactos pertinentes, seja no meio ambiente, no uso do solo, nas atividades comerciais, etc. Por exemplo, a implantação de obstáculos para reduzir a velocidade ao longo de uma via comercial pode estar levando à migração do tráfego para vias paralelas próximas situadas em uma área residencial, com as seguintes consequências negativas: aumento da acidentalidade na área residencial, perda da qualidade de vida dos moradores devido ao aumento do tráfego e as consequências que isso traz (poluição atmosférica, sonora e visual), queda das vendas dos comerciantes da via comercial devido à redução do tráfego, indução a um uso inadequado do solo com o surgimento de comércio na área residencial, etc.

A quantidade de recursos destinados à segurança no trânsito é, na maioria das vezes, reduzida diante da magnitude do problema, sobretudo nos países em desenvolvimento. Por isso, a tendência natural é dirigir os recursos disponíveis para o desenvolvimento e a implementação de novos projetos visando reduzir a

acidentalidade, em vez de destinar parte dos mesmos para o monitoramento/avaliação da eficácia das ações implementadas. Esse procedimento não é recomendável, uma vez que o monitoramento é parte fundamental no processo de melhoria da segurança viária, pois permite medir a real eficácia das ações implementadas, aporta experiência valiosa para a definição de ações futuras e enseja a possibilidade de divulgação dos resultados reais obtidos — ação importante para manter a população e as autoridades informadas e sensibilizadas sobre a relevância do tema, pois a conscientização e a mobilização da sociedade é vital para tornar o trânsito mais seguro.

Como as ações voltadas para a segurança viária, se bem planejadas e conduzidas, apresentam quase sempre resultados positivos, a divulgação das informações contribui positivamente para a imagem dos governos — sem dúvida, um forte argumento para convencer os poderes executivo e legislativo a investir mais recursos na segurança do trânsito.

## **15.2 TEORIA DA COMPENSAÇÃO DO RISCO**

As bases da teoria da compensação do risco foram estabelecidas pelo pesquisador canadense Gerald Wilde em 1994, tendo sido publicadas em Wilde<sup>61</sup>. Depois disso, pesquisadores de diversas áreas deram curso às investigações sobre o assunto, tendo o próprio Wilde publicado um novo livro sobre a questão: Wilde<sup>62</sup>.

Para explicar a noção de compensação do risco é necessário conceituar a diferença entre o risco objetivo e o risco subjetivo. O risco objetivo é avaliado pelos índices de acidentes em um local. O risco subjetivo corresponde à maneira como o usuário percebe (avalia) o risco no local.

A observação do comportamento dos condutores no trânsito sugere que cada pessoa possui um nível de risco subjetivo, que depende de características individuais (idade, sexo, condição social, etc.) e, também, das condições físicas e psicológicas no momento, que busca manter aproximadamente no mesmo patamar mediante alterações em alguns fatores ligados à segurança (principalmente na velocidade e no nível de atenção destinado ao ato de dirigir), em função das condições da viagem, como características da via, condições atmosféricas, volume de tráfego, características do veículo, etc. Além da velocidade e do grau de atenção, outros parâmetros ligados à segurança são frequentemente modificados em função da percepção da segurança oferecida pela via, veículo, trânsito e condições atmosféricas, como a distância do veículo que está à frente, o intervalo de tempo entre veículos sucessivos aceito para entrar numa interseção com via preferencial, etc. Essas considerações também se aplicam a pedestres quando atravessam ruas ou em outras situações no trânsito.

Dessa forma, se a situação é percebida como sendo mais perigosa, a conduta dos usuários é adotar um comportamento mais cuidadoso utilizando menor velocidade e destinando mais atenção ao ato de conduzir; se a sensação é de menos

perigos usuários têm um comportamento menos cuidadoso desenvolvendo maior velocidade e prestando menos atenção ao ato de dirigir.

De acordo com a teoria da adaptação do comportamento de Wilde, a compensação do risco é total (fenômeno denominado de “homeostase”). Assim, ao perceber que o “valor” de alguns fatores de risco (que pode ser apenas um) foi eliminado ou reduzido, com mudança na via, no veículo, no trânsito ou no meio ambiente, o usuário eleva o “valor” de outros fatores de risco (que pode ser apenas um) de modo a manter o “valor” do nível global de risco aproximadamente no mesmo patamar, trocando o ganho de segurança por benefícios em termos de mobilidade (aumento da velocidade, aceitação de intervalo menor para entrar em interseções, etc.) e/ou conforto (prestando menos atenção, etc.).

Em síntese, a teoria é que quando há mudanças no “ambiente do trânsito” com vistas a melhorar a segurança, os usuários trocam o ganho de segurança por ganhos na mobilidade e/ou comodidade. A consequência da teoria de Wilde é que somente seria possível reduzir a acidentalidade viária com mudanças no comportamento das pessoas, de forma que passassem a atuar no trânsito em um patamar de segurança mais elevado.

Na prática, é realmente muito comum ocorrer a compensação do risco quando há mudanças em fatores de risco associados à via, ao veículo, ao trânsito ou ao meio ambiente, mas quase sempre não completamente como sugerido na teoria de Wilde. Os casos em que há compensação total, ou mesmo sobrecompensação (o nível de acidentalidade passa ser maior que na situação original), são raros. A magnitude da compensação depende de diversos fatores, sendo o mais importante a percepção da ação implementada visando ao aumento da segurança. Medidas mais percebidas, como melhoria da visibilidade, melhoria da sinalização, melhoria do sistema de freios dos veículos, etc., geralmente levam a uma compensação do risco em escala maior do que medidas menos percebidas, como substituição de postes rígidos por flexíveis próximos a via, utilização de freios ABS e/ou *airbag* no veículo, etc.

Elvik & Vaa<sup>19</sup> exemplificam quantitativamente o efeito da compensação do risco no caso da iluminação de uma via. Ao aumentar as distâncias longitudinais e laterais visíveis, quando comparadas com aquelas obtidas com as luzes dos faróis, a iluminação de uma via mostra um potencial para reduzir o número de acidentes à noite da ordem de 80%; na realidade, no entanto, a diminuição é somente de cerca de 30%. O aumento da segurança advindo do aumento do campo visível leva os condutores a imprimir maior velocidade, diminuir o nível de atenção, etc.

Em vista da existência da compensação do risco, o tipo de tratamento a ser realizado em um local crítico (com alta acidentalidade) deve ser definido com muito critério, sob pena da redução da acidentalidade ser irrelevante, nula ou mesmo negativa (caso em que há aumento da acidentalidade).

### 15.3 EFEITO PELTZMAN

Em 1968, entrou em vigor nos Estados Unidos uma nova regulamentação na fabricação de veículos que instituiu o uso obrigatório de uma série de componentes para aumentar a segurança. Com essa medida era esperada uma significativa redução do número de acidentes e mortes no trânsito.

No entanto, estudo realizado por Peltzman<sup>63</sup> mostrou que as mudanças não diminuíram a acidentalidade viária. A conclusão foi que ao sentir que o veículo oferecia mais segurança os motoristas passaram a negligenciar outros fatores ligados à segurança, passando a utilizar velocidades maiores, reduzindo o nível de atenção ao ato de dirigir, etc. Esse fenômeno ficou conhecido como “Efeito Peltzman”.

Os resultados obtidos por Peltzman no caso da melhoria da segurança dos veículos nos Estados Unidos apontam no sentido de ter ocorrido o fenômeno da homeostase preconizado na teoria de Wilde. No entanto, estudos posteriores mostraram que efetivamente ocorre compensação do risco quando os carros são mais seguros, mas não a ponto de compensar totalmente o efeito benéfico de novos componentes que aumentam a segurança veicular.

Outros estudos analisaram o efeito na acidentalidade da melhoria dos atributos associados à segurança das rodovias. A conclusão é similar: o fenômeno da compensação do risco efetivamente ocorre, mas muito raramente a compensação plena (homeostase).

É interessante observar que a teoria geral da compensação do risco lançada por Wilde<sup>61</sup> representa uma generalização das conclusões do trabalho de Peltzman<sup>63</sup> e dos estudos posteriores sobre o impacto na acidentalidade viária da introdução de melhorias voltadas para uma maior segurança dos veículos e das vias.

### 15.4 MIGRAÇÃO DOS ACIDENTES

Muitas vezes, a redução da acidentalidade decorrente do tratamento de um local crítico é acompanhada por um aumento da acidentalidade nas vizinhanças do local tratado. As prováveis explicações para a ocorrência desse fenômeno são as seguintes:

- Conduta mais arriscada dos usuários nos locais próximos em razão do ganho de segurança no local tratado (uma espécie de compensação do risco no espaço);
- Predição incorreta por parte dos usuários de que as características do sistema viário do local tratado vão se repetir nos outros locais similares próximos;
- Utilização de velocidade acima do habitual após trafegar por um local “tratado” que exige a passagem com velocidade baixa (uma espécie de compensação do tempo perdido);
- Mudança na distribuição espacial do tráfego com a diminuição do volume

de veículos no local tratado e aumento nos locais próximos; o que ocorre, sobretudo, quando o tratamento efetuado prejudica a mobilidade, obrigando, por exemplo, a utilização de velocidade muito menor.

O fato dos condutores empregarem velocidade maior que o habitual, buscando compensar o tempo perdido, logo após a obrigatoriedade da redução da velocidade em um determinado local, também foi observado por Yamada<sup>64</sup> no caso de radares fixos. Ao analisar o efeito dos radares fixos em um trecho de rodovia de pista dupla foram obtidos os seguintes valores das porcentagens de automóveis com velocidade acima do limite legal: nos pontos situados 2km antes dos radares = 17,5%, nos locais dos radares = 10,3%, nos pontos situados 2km depois dos radares = 29,7% e em pontos distantes dos radares = 16,9%. Considerando como referência o limite legal mais 20km/h, os valores obtidos foram os seguintes: 2km antes = 4,5%, nos radares = 1,7%, 2km depois = 10,0% e em pontos distantes = 3,4%. Conclusão: a porcentagem de veículos com velocidade acima do valor de referência foi menor nos locais dos radares (como era esperado), maior 2km antes e em pontos distantes (os valores são próximos), e bem maiores nos pontos situados 2km depois dos radares – o que mostra a ocorrência do efeito da compensação do tempo perdido.

Como consequência, os índices de acidentes nos trechos em torno dos radares (entre 2km antes e 2km depois) aumentaram após a colocação dos mesmos nas seguintes proporções: total de acidentes = 15,5%, acidentes sem vítimas = 9,6% e acidentes com vítimas = 31,6%. Ainda que isso não tenha sido investigado, tudo indica que houve uma migração dos acidentes próximos dos locais onde foram instalados os radares, onde a velocidade passou a ser menor, para pontos situados logo depois dos mesmos, onde a velocidade passou a ser maior em razão do efeito da compensação do tempo perdido.

Os valores obtidos por Yamada<sup>64</sup> foram citados apenas para mostrar a ocorrência do efeito da compensação do tempo perdido no caso dos radares fixos. É preciso deixar claro, no entanto, que os dados se referem a uma situação bastante particular que não pode, em absoluto, ser generalizada. Diferentemente do fenômeno da compensação do risco observado no caso particular analisado, diversos estudos apontam que a colocação de radares fixos atua no sentido de reduzir significativamente os acidentes no local onde são instalados, levando a uma diminuição dos acidentes no trecho de via situado no entorno mesmo com a ocorrência do efeito da compensação do tempo perdido.

## **15.5 ERROS NA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA**

A avaliação da eficácia do tratamento de locais críticos incorre, com frequência, em erros ocasionados pelas seguintes razões: regressão para a média, tendência de longo prazo, migração dos acidentes e variação do volume de tráfego.

A regressão para a média está relacionada com o fato da ocorrência

de acidentes ser um fenômeno aleatório, o que significa que a quantidade de acidentes referente a períodos de tempo de igual magnitude oscila em torno de um valor médio (quanto menor o período, maior a oscilação). Em vista disso, se os dados utilizados na comparação da acidentalidade antes e depois do tratamento referirem-se a períodos de tempo com extensão limitada, fato comum na prática, o resultado pode ser bastante influenciado pela oscilação natural do fenômeno. Como, quase sempre, o tratamento de um local é realizado quando o número de acidentes sobe num período anterior de curta extensão (seja por pressão da opinião pública ou por precaução dos técnicos), é provável que nesse período estejam ocorrendo valores acima da média, o que significa que parte da redução dos acidentes atribuída ao tratamento reflete tão somente uma queda que aconteceria naturalmente independente do mesmo, pois a tendência é dos valores retornarem ao valor médio.

A tendência de longo prazo na curva da acidentalidade pode estar ocorrendo por outras razões completamente alheias ao tratamento efetuado. A adoção de penalidades mais rígidas na legislação, a melhoria da fiscalização, a veiculação de campanhas educativas são exemplos de fatores que podem estar influenciando para uma queda geral dos acidentes. Por outro lado, o aumento da exposição ao risco com o crescimento da frota de veículos, o aumento da porcentagem de viagens realizadas com motocicletas, etc., são fatores que podem estar influenciando para um aumento geral da acidentalidade. Dessa forma, a comparação dos dados da acidentalidade antes e depois do tratamento pode estar sendo mascarada em razão da tendência da curva da acidentalidade no longo prazo.

O fenômeno da migração dos acidentes diz respeito ao fato da redução dos acidentes no local tratado, por diversos motivos, vir acompanhado do aumento dos acidentes em outros locais próximos. Por essa razão, o indicado é fazer a avaliação da eficácia do tratamento considerando toda a área situada no entorno do local; sendo que, nesse caso, as eventuais migrações de parte do volume de tráfego para vias paralelas já é automaticamente levado em conta na avaliação.

Há casos em que o tratamento efetuado num local prejudica muito a mobilidade, sobretudo a velocidade, e não havendo vias próximas alternativas, os usuários passam a fazer trajetos utilizando vias distantes com conseqüente diminuição do volume de tráfego no local tratado. Também pode ocorrer um aumento do volume de tráfego no local, quando o tratamento aumenta a segurança sem prejuízo, ou mesmo melhoria, da mobilidade. Nesses casos, é muito difícil conseguir fazer uma avaliação individual da eficácia do tratamento específico. De qualquer modo, a ação acaba sendo avaliada em conjunto com outras quando se analisa os dados da acidentalidade referidos à via como um todo, à cidade, etc.

Para ilustrar o problema de erros na avaliação da eficácia do tratamento de locais críticos, considere os valores da Tabela 15.1 referentes a um caso hipotético.

**Tabela 15.1 – Valores médios anuais relativos à quantidade de acidentes antes e depois do tratamento de um local crítico.**

<b>Discriminação</b>	<b>Local</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>	<b>Variação</b>
Período de 3 meses antes e depois da data do tratamento	Tratado	60	20	-40 (-66,7%)
	Vizinhança	155	170	+15 (+9,7%)
	Toda área	215	190	-25 (-11,6%)
Período de 3 anos antes e depois da data do tratamento	Tratado	40	18	-22 (-55,0%)
	Vizinhança	160	162	+2 (+1,3%)
	Toda área	200	180	-20 (-10,0%)
Período de 3 anos antes e depois se não houvesse o tratamento e admitindo uma queda geral dos acidentes de 3,3% ao ano (10% em 3 anos)	Tratado	40	36	-4 (-10%)
	Vizinhança	160	144	-16 (-10%)
	Toda área	200	180	-20 (-10%)

Foi admitido no exemplo que o valor médio anual do número de acidentes no local do tratamento nos 3 meses anteriores à ação (60 acidentes) foi 50% superior ao valor médio considerando os 3 anos anteriores (40 acidentes), o que caracteriza a existência de um período de pico do fenômeno oscilatório.

Na Tabela 15.2 estão indicados os valores médios anuais dos números de acidentes correspondentes ao período de 3 anos depois do tratamento, nas seguintes duas situações: tratamento efetivado e tratamento não efetivado.

**Tabela 15.2 – Valores médios anuais correspondentes ao período de 3 anos após o tratamento.**

<b>Local</b>	<b>Sem tratamento</b>	<b>Com tratamento</b>	<b>Variação</b>
Tratado	36	18	-18 (-50,0%)
Vizinhança	144	162	+18 (+12,5%)
Toda a área	180	180	0 (0,0%)

As seguintes principais conclusões podem ser inferidas do exemplo hipotético apresentado:

- Considerando o período de 3 meses antes e 3 meses depois do tratamento (insuficiente estatisticamente para uma análise adequada), a redução dos acidentes observada no local tratado é de 66,7% — o que constitui um valor bastante expressivo;

- Considerando o período de 3 meses antes e 3 meses depois, a redução dos acidentes em toda a área impactada (local tratado mais vizinhanças) é de 11,6%. Portanto, o fenômeno da migração dos acidentes provoca uma significativa redução do resultado aparentemente expressivo obtido considerando apenas o local tratado;
- Considerando o período de 3 anos antes e 3 anos depois (prazo considerado suficiente estatisticamente para uma análise adequada), a redução dos acidentes observada no local tratado é de 55,0%. Portanto, o fato de utilizar períodos adequados de controle mostra que na realidade o benefício no local tratado foi menor que os 66,7% obtidos considerando o período de apenas 3 meses antes e 3 meses depois;
- Considerando o período de 3 anos antes e 3 anos depois, a redução dos acidentes observada em toda a área impactada (local tratado mais vizinhanças) é de 10,0% — menor que o valor de 11,6% obtido considerando apenas períodos de 3 meses;
- Considerando o período de 3 anos antes e 3 anos depois e a queda geral de 3,3% ao ano (cerca de 10% em 3 anos) do número de acidentes, constata-se que o benefício das ações no local tratado resultou, na realidade, em 50,0% (de 36 para 18) — valor significativamente menor que os 66,7% inicialmente obtido;
- Considerando o período de 3 anos antes e 3 anos depois e a queda geral dos acidentes, constata-se que o benefício das ações na área abrangendo o local tratado e a vizinhança resultou, na realidade, em 0%. Isso significa que a análise correta (abrangendo período de tempo maior, considerando toda a área impactada e levando em conta a tendência geral de queda do número de acidentes) indica que o tratamento não apresentou qualquer benefício.

O exemplo hipotético apresentado ilustra a denominada “*The Iron Law of Evaluation Studies*”, que pode ser traduzida como “A Lei de Ferro na Avaliação de Ações Voltada para a Segurança Viária”, proposta por Rossi & Freeman (fonte: Elvik & Vaa<sup>19</sup>). Em síntese, essa lei estabelece que “os resultados de ações voltadas para a segurança viária mostram-se, em geral, menos positivos à medida que o processo de avaliação é refinado”.

## 15.6 ETAPAS DO MONITORAMENTO

O monitoramento/avaliação da eficácia de ações voltadas para a redução da acidentalidade viária compreende, comumente, três etapas:

- Etapa 1 – Monitoramento no período imediatamente após a implementação do projeto para que se possam fazer correções caso sejam identificadas eventuais falhas de concepção e/ou efeitos colaterais que estejam comprometendo os resultados esperados;
- Etapa 2 – Monitoramento do impacto em longo prazo, no mínimo algo como três

- anos, para verificar se o projeto efetivamente trouxe redução da acidentalidade;
- Etapa 3 – Monitoramento do impacto em longo prazo considerando em separado os tipos de acidentes alvos do projeto e os demais tipos de acidentes, pois pode ter ocorrido redução dos tipos de acidentes alvos e aumento de outros tipos — o que poderia exigir a implementação de novas medidas.

## **15.7 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA**

De acordo com Ogden<sup>43</sup>, são três os métodos normalmente utilizados na avaliação da eficácia das ações voltadas para a redução da acidentalidade: comparação antes e depois, comparação usando locais de referência e comparação de tendências.

### **COMPARAÇÃO ANTES E DEPOIS**

Na comparação antes e depois é necessário verificar se os dados de acidentalidade não estão sofrendo a influência de outros fatores, como por exemplo: tendências de longo prazo em razão de outras ações, migração dos acidentes, mudanças nas características do tráfego (volume, presença de veículos pesados, etc.). Se isso estiver acontecendo é necessário buscar meios de expurgar esses efeitos que não estão relacionados com as ações implementadas.

Este método consiste em comparar os valores médios dos números ou dos índices de acidentes antes e depois da implementação da ação, tomando como referência períodos de tempo suficientemente longos para que os resultados sejam estatisticamente confiáveis.

### **COMPARAÇÃO USANDO LOCAIS DE REFERÊNCIA**

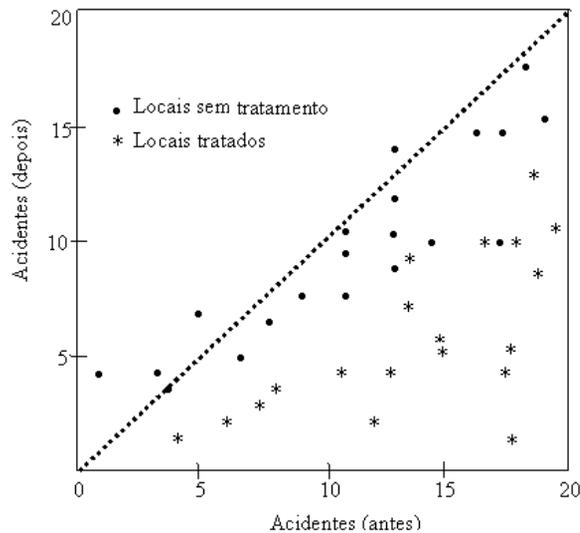
Neste método são comparados os valores médios dos números ou dos índices de acidentes nos locais onde ocorreu um determinado tipo de intervenção com aqueles observados em outros locais com características similares onde não ocorreram mudanças (locais de referência). Ainda que apenas um local possa ser utilizado em cada grupo (locais tratados e não tratados), quanto maior o número de locais controlados menor o prazo necessário para obter avaliações (comparações) confiáveis. Exemplos de locais de controle: interseções próximas, trechos de vias próximos, cidades próximas, etc. Contudo, esses locais não podem estar situados muito próximos, pois podem estar dentro da região onde ocorre migração dos acidentes.

A principal vantagem deste método é que a existência de fatores não relacionados com as ações concretizadas que influem na acidentalidade da região afeta igualmente os locais tratados e não tratados, não havendo necessidade de

expurgar os efeitos desses fatores na avaliação da eficácia do tratamento.

Uma maneira de visualizar se o efeito da intervenção é positivo, ou não, é utilizar análise gráfica, como ilustrado na Figura 15.1.

Se não houve mudanças nos valores da acidentalidade antes e depois da intervenção (situação esperada no caso dos locais onde não houve intervenção), todos os pontos distribuem-se no entorno da reta que passa pela origem com inclinação de 45°. Se, por outro lado, os pontos se agruparem abaixo da reta de 45°, significa que os valores da acidentalidade diminuíram (situação esperada no caso dos locais onde houve intervenção). A posição do agrupamento mais para cima ou para abaixo sinaliza o maior ou menor êxito das ações.



**Figura 15.1 – Gráfico para avaliação no método da comparação usando locais de controle. Fonte: Ogden<sup>43</sup>.**

## **COMPARAÇÃO DA TENDÊNCIA AO LONGO DO TEMPO**

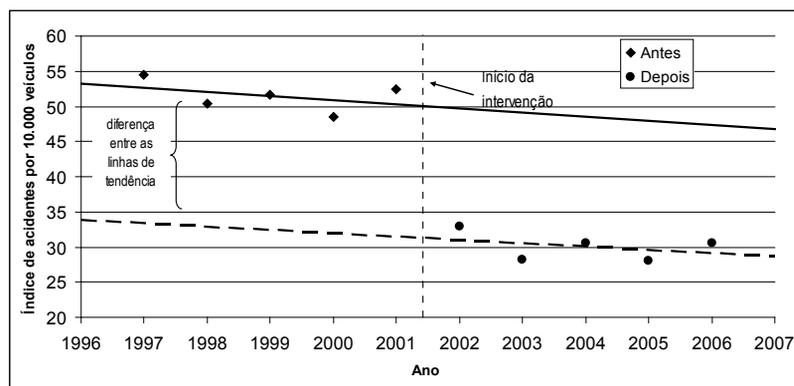
Este método consiste no desenvolvimento de um modelo de predição (previsão) dos valores futuros da acidentalidade, baseado em uma série histórica anterior à intervenção, e a comparação, após a intervenção, entre os valores médios previstos e aqueles observados.

Neste método, a influência sobre a acidentalidade de ações anteriores com efeito de longo prazo é naturalmente expurgada.

Com o desenvolvimento de programas computacionais para a determinação

dos parâmetros de funções que melhor representam um conjunto espacial de pontos, bem como dos parâmetros estatísticos que avaliam a aderência da curva associada à função ao conjunto de pontos, este método passou a ser simples de ser utilizado.

A Figura 15.2 ilustra graficamente a aplicação deste método; nesse caso foi utilizada uma função linear (linha reta) para representar o conjunto de pontos referentes aos acidentes.



**Figura 15.2 – Gráfico ilustrativo do método de comparação da tendência ao longo do tempo.**

Em todos os métodos os períodos de tempo considerados na análise devem ser suficientemente longos para que os resultados sejam estatisticamente confiáveis. Em geral, pode-se considerar como ideal períodos maiores de 3 anos; ainda que tendências possam ser claramente constatadas em períodos de tempo menores.

Os métodos citados também podem ser utilizados para a avaliação da política (conjunto de ações) de segurança no trânsito em uma via, cidade, estado, país, etc.

Em vez de utilizar na avaliação da segurança apenas os valores médios referentes à acidentalidade, os dados podem ter um tratamento estatístico mais elaborado, onde, além dos valores médios, também são determinados o desvio padrão e outros parâmetros estatísticos visando tornar as conclusões mais confiáveis. Um método estatístico adequado para isso foi desenvolvido por Hauer<sup>65</sup>.

Na prática diária, no entanto, as conclusões baseadas nos valores médios, tomando o cuidado de utilizar períodos de tempo aceitáveis, são, em geral, plenamente satisfatórias.

Uma alternativa para a avaliação da eficácia dos tratamentos localizados utilizando períodos de tempo menores é a comparação do número ou índice de conflitos de tráfego antes e depois, obtidos mediante o emprego de uma técnica de análise de conflitos de tráfego.

## 15.8 QUESTÕES

1. No que consiste o monitoramento da segurança no trânsito?
2. Quais os principais objetivos do monitoramento da segurança no trânsito?
3. Comentar sobre a assertiva: A avaliação de uma ação voltada para a segurança no trânsito deve-se restringir apenas à variação da acidentalidade no local tratado.
4. Discorrer sobre a escassez de recursos destinados ao monitoramento/avaliação das ações voltadas para a segurança no trânsito nos países em desenvolvimento.
5. Qual a importância do monitoramento/avaliação das ações voltadas para a redução da acidentalidade viária?
6. Por que é importante a divulgação dos resultados da avaliação das ações voltadas para a redução da acidentalidade viária?
7. Explicar a teoria da compensação do risco.
8. Qual o significado do fenômeno denominado homeostase? Esse fenômeno sempre ocorre quando há mudanças em fatores de segurança ligados à via, ao veículo, ao trânsito ou ao meio ambiente?
9. Somente de que maneira seria possível reduzir a acidentalidade viária de acordo com a teoria de Wilde? Essa conclusão sempre se aplica na prática?
10. No que consiste o efeito Peltzman? Que relações existem entre o efeito Peltzman e a teoria da compensação do risco?
11. Quais as prováveis explicações para o fenômeno da migração dos acidentes? Comentar sobre cada um deles?
12. Quais as razões que levam a erros na avaliação da eficácia do tratamento de locais críticos? Comentar brevemente sobre cada uma.
13. No que consiste a Lei de Ferro na avaliação de ações voltada para a segurança viária?
14. Quais as etapas compreendidas no monitoramento/avaliação das ações para a redução da acidentalidade viária?
15. Quais os métodos normalmente utilizados na avaliação das ações para a redução da acidentalidade viária? Explicar cada um deles.
16. Qual a alternativa para a avaliação em curto prazo da eficácia das ações voltadas para a redução da acidentalidade em um local?
17. Nos 3 anos anteriores ao tratamento de um trecho de via crítico, ocorreram 62 acidentes, sendo 30 sem vítimas, 28 com vítimas não fatais e 4 com vítimas fatais. Nos três anos posteriores, ocorreram 46 acidentes, sendo 26 acidentes sem vítimas, 18 com vítimas não fatais e 2 com vítimas fatais. Determinar o percentual de redução do total de acidentes, de cada um dos tipos segundo a gravidade e, também, do índice de severidade.

18. Na Tabela 15.3 estão indicados os números de acidentes classificados conforme a severidade que ocorreram em uma cidade nos últimos 10 anos, bem como a quantidade de habitantes e de veículos. Sabe-se que a partir do ano de 2006 a cidade realizou uma série de ações visando aumentar a segurança viária. Pedese quantificar os benefícios conseguidos no tocante à redução dos acidentes, por tipo e total, do índice de severidade e dos custos dos acidentes. Empregar as seguintes duas abordagens: comparação dos valores médios nos períodos 2002–2005 (antes) e 2006–2011 (depois); comparação dos valores médios antes e depois, mas considerando a curva de tendência de queda dos acidentes (utilizar uma função linear) em razão de ações levadas a efeito em nível nacional.

**Tabela 15.3 - Dados relativos a questão 18.**

Ano	Acidentes com vítimas fatais	Acidentes com vítimas não fatais	Acidentes sem vítimas	Frota de veículos	População
2002	10	713	1427	39.508	105.966
2003	10	625	1263	40.066	107.968
2004	7	701	1315	40.769	109.965
2005	11	669	1257	43.177	112.104
2006	8	470	1235	45.811	113.952
2007	5	516	1125	48.596	115.889
2008	7	622	1206	51.639	117.645
2009	4	609	1131	54.733	121.333
2010	7	504	1215	60.732	123.374
2011	6	655	1179	66.654	125.399



# 16

## AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE SEGURANÇA NO TRÂNSITO

### 16.1 INTRODUÇÃO

Os projetos voltados para a redução da quantidade e/ou da gravidade dos acidentes de trânsito estão, geralmente, situados nas áreas de Engenharia, Educação ou Esforço Legal.

Também pode haver projetos nas áreas da Medicina e da Psicologia, como, por exemplo, aqueles que se destinam a aperfeiçoar o exame físico e mental e o exame psicológico para condutores, a melhoria do atendimento às vítimas (neste caso, o objetivo é reduzir o número de mortes e de vítimas com sequelas), etc.

A abrangência espacial dos projetos de segurança no trânsito pode ser restrita ou ampla. Exemplos de abrangência espacial: interseção, trecho de via, via, área ou região da cidade, cidade, rodovia, malha rodoviária, município, estado, país, etc.

Os projetos de segurança no trânsito podem ser de diferentes magnitudes no tocante ao valor do investimento. Exemplos de projetos com custo baixo: melhoria da sinalização em uma via, implantação de dispositivos para redução da velocidade em um trecho de via, colocação de semáforo em um cruzamento, veiculação de mensagens educativas pela mídia local, etc.; exemplos de projetos com custo médio: construção de uma rotatória, construção de um viaduto, construção de um trevo, etc.; exemplos de projetos com custo alto: implantação de faixa adicional (terceira faixa) nos trechos em aclive de uma rodovia de pista simples, duplicação de rodovia de pista simples, implementação de um plano nacional de melhoria do sistema de socorro às vítimas dos acidentes, veiculação de mensagens educativas frequentes pela mídia televisiva em nível nacional, etc.

Apesar dos acidentes de trânsito envolverem aspectos não possíveis de serem expressos em valor monetário, como perda de vida, sofrimento físico e psicológico, etc., é relevante avaliar os custos monetizáveis associados aos mesmos e os benefícios econômicos advindos dos projetos voltados para a redução da acidentalidade. Somente assim é possível avaliar o impacto econômico negativo dos acidentes e o benefício econômico dos projetos de redução da acidentalidade implementados, bem como ajuizar da viabilidade econômica de investimentos em novos projetos, selecionar a alternativa economicamente mais indicada entre várias existentes para um mesmo projeto, estabelecer prioridades na implementação dos projetos, etc.

A análise da viabilidade econômica de um projeto de qualquer natureza exige a estimativa dos custos e dos benefícios monetários associados ao mesmo. Os custos da maioria dos projetos de segurança viária podem ser avaliados com adequada precisão, pois trata-se da realização de obras e/ou serviços com valor de mercado conhecidos.

Com os benefícios não acontece o mesmo. O problema não reside no valor do custo unitário dos diversos tipos de acidentes classificados quanto à gravidade, pois há estudos que indicam com aproximação satisfatória esses valores; no Brasil podem ser citados os estudos realizados pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas: IPEA<sup>10</sup>, para estimativa do custo dos acidentes nas cidades, e IPEA<sup>11</sup>, para estimativa do custo dos acidentes nas rodovias. A dificuldade está na avaliação da redução do número de acidentes dos diversos tipos decorrente da implementação do projeto. Em geral, essa redução é estimada com base nos resultados obtidos em projetos semelhantes implantados anteriormente. Em geral, nos projetos nas áreas de Educação, Esforço Legal e Médica a incerteza na previsão é maior que na área de Engenharia.

Mesmo com a impossibilidade de expressar todos os benefícios de um projeto, ou conjunto de projetos, em valores monetários e da imprecisão na avaliação dos benefícios, os resultados da avaliação econômica são importantes para orientar os órgãos dos governos na elaboração do orçamento (quanto destinar às ações voltadas para a segurança no trânsito), na definição de uma escala de prioridades na implementação dos projetos e, também, na seleção da alternativa economicamente mais indicada para um determinado projeto. Adicionalmente, no convencimento da sociedade e dos tomadores de decisão da importância dos investimentos em segurança viária.

No processo de escolha da ação (ou ações) a ser concretizada para a redução da accidentalidade no trânsito, deve-se ter em conta que todo trabalho técnico é realizado dentro de um contexto institucional, político, econômico, social e legal. Assim, devem ser avaliados os seguintes aspectos: grau de redução dos diversos tipos de acidente associados com as ações propostas, benefícios econômicos das ações, custo das ações, resultado da avaliação econômica das ações (valor presente líquido, relação benefício-custo, taxa de retorno, etc.), disponibilidade de recursos, legalidade das ações, efeito das ações na mobilidade (velocidade, capacidade, comodidade, etc.), impacto no meio ambiente e aceitabilidade por parte da sociedade/comunidade.

No caso específico dos tratamentos de locais críticos, uma sequência lógica de procedimentos mencionada em diversos trabalhos é a seguinte:

1. Relacionar todas as ações com potencial para atuar no sentido de reduzir o número e/ou a severidade dos acidentes típicos que ocorrem no local;
2. Selecionar, preferencialmente com base na experiência local, quais dessas ações são mais indicadas;

3. Eliminar as ações que apresentam consequências negativas significativas em termos de segurança (contribuindo para aumentar o número e/ou a severidade de outros tipos de acidentes), de velocidade, de capacidade e de impacto no meio ambiente;
4. Verificar se as ações selecionadas atendem aos requisitos legais;
5. Checar se as ações selecionadas serão aceitas pela comunidade;
6. Proceder à avaliação econômica das ações selecionadas utilizando os critérios convencionais (valor presente líquido, relação benefício-custo, taxa de retorno, etc.);
7. Selecionar a ação a ser implementada com base no resultado da análise econômica e na quantidade de recursos disponíveis considerando o conjunto de ações mitigadoras a serem implementadas sob responsabilidade do órgão gestor.

## 16.2 CUSTOS ECONÔMICOS DOS ACIDENTES

Os custos econômicos dos acidentes de trânsito incluem os seguintes principais itens: despesa médico-hospitalar, tratamento e reabilitação das vítimas, perdas materiais (veículos, produtos, postes, sinais de trânsito, muros, etc.), remoção dos veículos acidentados, resgate das vítimas, limpeza e reparo dos danos causados à via e à sinalização de trânsito, perdas de dia de trabalho, pensões e aposentadorias precoces, custos policiais e judiciários, funerários, etc.

No Brasil, foram realizados dois estudos detalhados sobre os custos dos acidentes de trânsito: IPEA<sup>10</sup>, publicado em 2003 sobre acidentes nas cidades, e IPEA<sup>11</sup>, publicado em 2006 sobre acidentes nas rodovias.

Os valores médios dos custos (relativos ao ano de 2003) dos acidentes de trânsito nas cidades brasileiras apresentados em IPEA<sup>10</sup> são os seguintes:

- Acidente sem vítimas = R\$3.262,00.
- Acidente com vítimas não fatais (somente feridos) = R\$17.460,00.
- Acidente com vítimas fatais (mortes) = R\$144.143,00.
- Valor médio considerando todos os tipos = R\$8.782,00.
- Custo total nas cidades do país = R\$5,3 bilhões.

Os valores médios dos custos (relativos ao ano de 2006) dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras apresentados em IPEA<sup>11</sup> são os seguintes:

- Acidente sem vítimas = R\$16.840,00.
- Acidente com vítimas não fatais (somente feridos) = R\$86.032,00.
- Acidente com vítimas fatais (mortes) = R\$418.341,00.
- Valor médio considerando todos os tipos = R\$58.880,00.
- Custo total nas rodovias do país = R\$22,0 bilhões.

Na Tabela 16.1 encontram-se os valores atualizados (relativos ao ano de 2012) dos custos dos acidentes apresentados em IPEA<sup>10</sup> e IPEA<sup>11</sup>, tomando como

base a variação do IPCA do IBGE<sup>12</sup>: de 67,42% no período 2003–2011 e de 41,72% no período 2006–2011. Os valores do item “todos os tipos de acidentes” foram atualizados considerando as mesmas distribuições dos tipos de acidentes quanto à severidade obtidas nos estudos do IPEA. Na atualização do valor anual total dos custos também foi levado em consideração a projeção do número de acidentes para o ano de 2012.

**Tabela 16.1 – Custos dos acidentes de trânsito atualizados para 2012.**

Discriminação	Rodovias	Cidades	País
Acidente sem vítimas (R\$)	23.866,00	5.461,00	-
Acidente com vítimas não fatais (R\$)	121.925,00	29.231,00	-
Acidente com vítimas fatais (R\$)	592.873,00	241.320,00	-
Todos os tipos de acidentes (R\$)	83.445,00	14.704,00	-
Total anual (bilhões de R\$/ano)	39,50	12,65	52,15

O valor do custo total dos acidentes para o ano de 2012, estimados em 52,15 bilhões de reais, corresponde a cerca de 1,21% do PIB brasileiro previsto de 4,3 trilhões de reais (valor que se situa entre 1,0 e 1,5% — percentuais adotados por *WHO*<sup>1</sup> na estimativa do custo total dos acidentes nos países com nível de desenvolvimento baixo e médio, respectivamente).

Com base nos valores unitários e conhecidos os números de acidentes correspondentes a cada de tipo pode-se avaliar o custo total dos acidentes de trânsito referente a um determinado espaço (país, estado, município, cidade, via, rodovia, malha rodoviária, interseção, etc.) em um determinado período de tempo.

### 16.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DOS PROJETOS

O benefício econômico associado aos projetos de segurança no trânsito é a economia (diminuição dos custos) advinda da redução da acidentalidade viária.

A estimativa da redução dos diversos tipos de acidentes associados ao projeto é feita, geralmente, tomando como referência projetos semelhantes implementados anteriormente, nos quais houve monitoramento da quantidade dos acidentes dos diversos tipos quanto à severidade antes e depois da implantação. Preferencialmente, devem ser utilizados dados da cidade, município, rodovia, estado, etc. onde o projeto vai ser realizado, pois o impacto na redução dos acidentes pode ser distinto conforme a região. Na ausência desse tipo de informação, podem ser utilizados valores obtidos em outras regiões ou países como aqueles apresentados no Capítulo 14, ou mediante o emprego de modelos de previsão de acidentes como discutido no Capítulo 13.

Conhecidos os custos unitários associados aos acidentes sem vítimas, com

vítimas e com vítimas fatais, bem como os valores da redução anual de cada uma dessas três categorias de acidentes, pode ser avaliado o benefício econômico anual do projeto.

Para avaliação do valor dos benefícios em anos posteriores à implementação do projeto deve-se fazer uma projeção do número de acidentes no futuro considerando a permanência da situação atual (sem o projeto) e a nova situação (com o projeto), sendo a redução dos acidentes em qualquer ano obtida pela diferença dos valores correspondentes aos dois cenários. Para isso, em geral, os estudos econômicos têm utilizado um dos dois seguintes procedimentos: considerar a redução dos acidentes e, em consequência, o benefício econômico, nos anos futuros iguais ao do ano presente; ou admitir que a redução dos acidentes e o benefício econômico cresçam com a mesma taxa de crescimento do volume de tráfego, da frota de veículos ou da população.

Admitido, por exemplo, crescimento geométrico do parâmetro tomado como referência, a seguinte expressão matemática deve ser empregada para estimar o benefício em anos futuros:

$$B_n = B_0 (1+i)^n$$

sendo,  $B_n$ : benefício no ano  $n$ ,  $B_0$ : benefício no ano zero (presente),  $n$ : número de anos entre as datas zero e  $n$ ;  $i$ : taxa de crescimento.

Supondo crescimento aritmético, a expressão a ser utilizada é a seguinte:

$$B_n = B_0 (1+n.i)$$

Em alguns projetos de segurança no trânsito pode ser indicado considerar os custos/benefícios de outros aspectos associados, como: redução/aumento do tempo de viagem, do consumo de combustível, da emissão de poluentes, etc. Nesse caso, os resultados da avaliação econômica expressam os impactos positivos e negativos do conjunto de aspectos considerados e não apenas aqueles relativos à segurança viária.

## 16.4 VIDA ÚTIL DOS PROJETOS

A vida útil de um projeto de segurança no trânsito corresponde ao intervalo de tempo em que ocorrem os benefícios (redução dos acidentes) obtidos com o investimento realizado.

Na avaliação econômica de um projeto a ser efetivado, a vida útil deve ser definida com base na experiência de projetos semelhantes anteriormente implantados e/ou na experiência dos técnicos.

Há casos em que o projeto pode ser considerado não definitivo, pois existem

planos de uma intervenção maior no futuro, seja em prazo curto, médio ou longo. Exemplos dessas situações: implantação de uma rotatória onde vai ser construído um trevo, construção de faixa adicional em uma rodovia de pista simples que vai ser duplicada, implantação de redutores de velocidade em um trecho de via que vai ter a geometria alterada, etc. Nesses casos, a vida útil do projeto é adotada como sendo igual ao tempo decorrido desde a data da sua implementação até a data prevista para ocorrer a nova intervenção.

Em outras situações, o projeto pode ser considerado definitivo, pois não há previsão de qualquer outra intervenção no futuro. Exemplos: implantação de rotatória que se supõe definitiva, construção de faixa adicional numa rodovia de pista simples na qual não há nenhuma previsão de duplicação, implantação de redutores de velocidade em um local em que não há previsão de alteração da geometria, etc. Nesses casos, a vida útil do projeto é adotada como sendo igual à vida útil prevista para a obra civil — que, quase sempre, após esse prazo é recuperada (reconstruída) para um novo ciclo de vida.

Considerando a incerteza das previsões de longo prazo, nos casos comuns de projetos de segurança no trânsito deve-se limitar a vida útil a 5 ou 10 anos, no máximo 15 ou 20 anos para projetos que envolvem construção civil de grande porte: duplicação de rodovias, trevos, etc.

## **16.5 CUSTOS DOS PROJETOS**

No caso dos projetos de segurança no trânsito, ocorrem, em geral, um custo inicial maior relativo à implantação e, em seguida, custos menores de manutenção distribuídos ao longo da vida útil do projeto.

Muitas vezes, uma parte do investimento feito pode ser recuperado no final da vida útil (valor residual), seja para iniciar um novo ciclo de vida do projeto com a recuperação da obra, equipamentos e/ou materiais, ou para o reaproveitamento de equipamentos e/ou materiais em outros locais. Por ser, em geral, de pequena monta e aparecer somente no final da vida útil, o valor residual é muitas vezes desconsiderado nos estudos de avaliação econômica.

No caso de projetos na área de Engenharia, o custo de implantação, em geral, envolve: obras, equipamentos, materiais e serviços. Exemplos típicos de projetos de Engenharia voltados para a melhoria da segurança no trânsito: construção de rotatória, implantação de redutores de velocidade, colocação de semáforo, implantação ou melhoria da sinalização, recapeamento de pavimento escorregadio, implantação ou melhoria da iluminação, etc.

Os custos de manutenção dos projetos de Engenharia contemplam os gastos com a conservação das obras, sinalização, etc. O custo anual de manutenção pode ser estimado como uma porcentagem do custo de implantação, baseado na

experiência de outros projetos similares. Em Ministério dos Transportes<sup>48</sup> é sugerido, preliminarmente, 3% do custo de implantação por ano. Os custos de manutenção também podem ser desagregados em um valor anual menor e um valor maior incidente em períodos maiores (por exemplo, 3 ou 5 anos).

Quando significativo, deve ser deduzido do custo de implantação o valor dos equipamentos e materiais existentes que serão reaproveitados no mesmo local ou em outro. Também, se significativo, o custo da manutenção da situação existente deve ser deduzida do custo de manutenção da situação futura com a implantação do projeto.

## **16.6 TAXA DE OPORTUNIDADE DE CAPITAL**

Um princípio básico da Economia é que a moeda não tem valor constante no tempo, pois a todo capital monetário está associado um rendimento denominado juros.

Para ilustrar o fato, considere, por exemplo, a quantia de R\$100,00 depositada num Banco que paga juros de 12% ao ano. Daqui a um ano, o valor inicial de R\$100,00 se transforma em R\$112,00. Portanto, receber R\$100,00 hoje não é a mesma coisa que receber R\$100,00 daqui a 1 ano, pois R\$100,00 hoje corresponde a R\$112,00 daqui a 1 ano; ou R\$112,00 daqui a 1 ano corresponde a R\$100,00 hoje.

A taxa de juros pode ser nominal ou real. Para valores baixos das taxas de juros e de inflação (o que usualmente ocorre no mundo real), a taxa nominal é aproximadamente igual a taxa real mais a taxa de inflação (correção monetária). Por exemplo, se a taxa real de juros é de 8% ao ano e a taxa de inflação é de 4% ao ano, a taxa nominal de juros é de aproximadamente 12% ao ano. Admitindo esses valores e voltando ao caso anterior dos R\$100,00 aplicados a uma taxa nominal de 12% ao ano, os R\$112,00 recebidos do Banco depois de 1 ano correspondem à devolução do capital inicial de R\$100,00; mais R\$8,00 de prêmio por ter poupado (guardado) o dinheiro (juros real de 8% ao ano); e mais R\$4,00 (correção monetária de 4% ao ano) para restituir o valor de compra do capital — perdido em razão da inflação. Explicando: supondo o preço unitário de um produto igual a R\$10,00 o quilo, com R\$100,00 seria possível comprar hoje 10 quilos do produto. Considerando uma inflação de 4% ao ano, o preço unitário do produto passa a ser de R\$10,40 daqui a 1 ano. Dessa forma, R\$100,00 dariam para comprar apenas 9,60 quilos do produto; para comprar os mesmos 10 quilos seriam necessários R\$104,00; portanto, os R\$4,00 pagos correspondem à restituição do valor de compra do dinheiro aplicado perdido devido à inflação.

Nos estudos econômicos de projetos de natureza pública, como são as ações voltadas para a segurança no trânsito, tem sido utilizada internacionalmente uma taxa de juros (também denominada de taxa de desconto ou custo de oportunidade

de capital) entre 2 e 10% ao ano (valores menores nos países desenvolvidos e maiores nos países em desenvolvimento). Atualmente, no Brasil, salvo quando o projeto for financiado com valor fixado da taxa de juros, pode-se utilizar uma taxa de desconto de 6% ao ano.

## 16.7 EXPRESSÕES PARA A TRANSFERÊNCIA DE CAPITAL

As expressões da Matemática Financeira para transferência de capital monetário entre datas diferentes, conforme ilustrado na Figura 16.1, são as seguintes:

$$F = Px(1+i)^n \qquad P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

$$F = Ax \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \qquad A = Fx \left[ \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$P = Ax \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{ix(1+i)^n} \right] \qquad A = Px \left[ \frac{ix(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

sendo, P: valor do capital na data presente, F: valor do capital na data futura, A: valor do capital distribuído em parcelas iguais no final dos diversos períodos, i: taxa de juros e n: número de períodos de tempo entre as datas presente e futura.

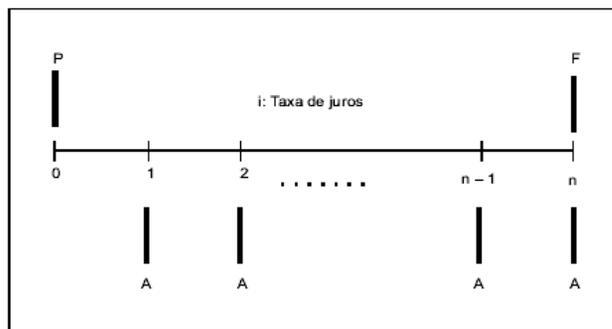
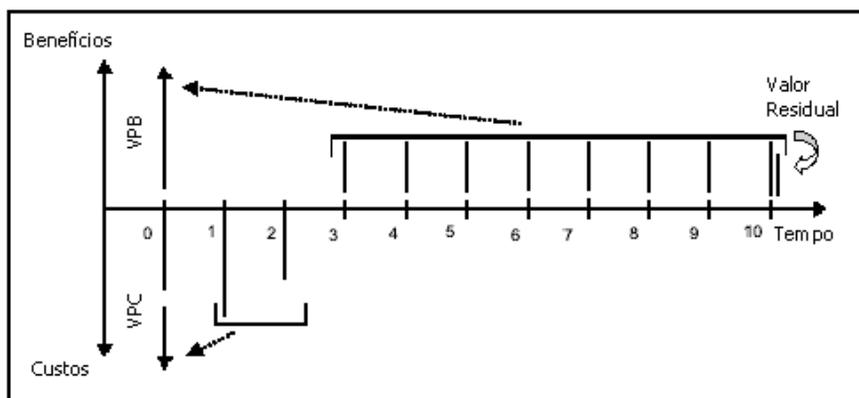


Figura 16.1 – Valores do capital associados a diferentes datas.

## 16.8 FLUXOS DE CAIXA DOS PROJETOS

Os projetos de segurança no trânsito apresentam fluxos de caixa (entradas e saídas de recursos monetários) similares ao mostrado na Figura 16.2.



**Figura 16.2 – Fluxo de caixa típico dos projetos de segurança no trânsito. Fonte: Ferraz & Torres<sup>66</sup>.**

No início ocorrem investimentos elevados para cobrir o custo de implantação e, conforme o caso, também da elaboração do projeto. Em uma grande parte dos projetos de engenharia voltados para a segurança no trânsito, o custo de implantação pode ser considerado incidente na data presente (ano zero).

Após a implementação do projeto, aparecem os custos de manutenção. Na maior parte dos projetos de engenharia voltados para a segurança no trânsito, o custo de manutenção pode ser suposto distribuído ao longo da vida útil a partir do ano 1, em parcelas iguais estimadas como uma porcentagem do investimento inicial.

No final da vida útil prevista (denominada horizonte de planejamento ou de projeto), aparece o valor residual, que aparece como um custo negativo no diagrama do fluxo de caixa, pois, na realidade, constitui uma receita. O valor residual é muitas vezes desconsiderado nos estudos de avaliação econômica de projetos de segurança no trânsito, pois como se trata, em geral, de um valor pequeno e que incide no final da vida útil, o seu valor no presente resulta pouco significativo.

Os benefícios do projeto também são computados anualmente. Como visto, esses valores podem ser considerados iguais em todos os anos, ou crescentes no tempo.

## **16.9 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA**

### **FUNDAMENTOS DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA**

A avaliação econômica de um projeto consiste em comparar de maneira apropriada os valores monetários dos custos e dos benefícios associados ao mesmo, o que significa levar em conta não apenas os valores dos custos e dos benefícios, mas também as datas em que ocorrem, pois a existência de juros faz com que o capital não tenha valor constante no tempo.

A avaliação da viabilidade econômica geralmente é feita mediante a utilização dos métodos apresentados na sequência.

Os resultados obtidos com a aplicação desses métodos devem ser coerentes, ou seja, um projeto economicamente viável deve apresentar valores que comprovem a sua viabilidade em todos os métodos. A não compatibilidade dos resultados indica a ocorrência de problemas conceituais (que foge ao escopo desta publicação discutir) ou erro de cálculo.

Duas observações importantes:

- A inflação da moeda não é considerada nos estudos de avaliação econômica, pois é suposto que afeta igualmente os custos e benefícios e que a taxa de desconto seja igual a taxa real de juros considerada. Dessa forma, os custos e benefícios previstos para ocorrer no futuro devem ser avaliados com base no valor atual da moeda;
- Para obter maior precisão na avaliação econômica de projetos, os preços de mercado utilizados para avaliar os custos e os benefícios devem ser corrigidos para compensar impostos, subsídios e eventuais distorções do mercado. Nos casos comuns, no entanto, a precisão dos resultados com a composição dos custos e benefícios utilizando preços do mercado é satisfatória.

### **MÉTODOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA**

#### **Valor presente líquido**

O valor presente líquido corresponde à diferença entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos.

O valor presente é obtido mediante a soma de todos os valores, de custos ou benefícios, referentes à data presente (data atual ou data zero). A transferência dos valores futuros previstos para o presente é realizada utilizando as expressões da Matemática Financeira, considerando como taxa de juros a taxa de oportunidade de capital (taxa de desconto) previamente definida.

Se o valor presente líquido resultar positivo, o projeto é, do ponto de vista econômico, viável; se resultar negativo, o projeto é inviável; e se resultar nulo, é indiferente implementar ou não o projeto.

Em notação matemática:

$$VPL = VPB - VPC$$

Se  $VPL > 0$ : viável

Se  $VPL < 0$ : inviável

Se  $VPL = 0$ : indiferente

sendo, VPL: valor presente líquido, VPB: valor presente dos benefícios e VPC: valor presente dos custos.

### Valor anual líquido

O valor anual líquido (VAL) é igual à parcela anual correspondente à distribuição do valor presente líquido ao longo da vida útil do projeto. Se resultar positivo, o projeto é, do ponto de vista econômico, viável; se resultar negativo, o projeto é inviável; e se resultar nulo, é indiferente implementar ou não o projeto.

Em notação matemática:

$$VAL = VPLx \left[ \frac{ix(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Se  $VAL > 0$ : viável

Se  $VAL < 0$ : inviável

Se  $VAL = 0$ : indiferente

sendo, VPL: valor presente líquido,  $i$ : taxa de oportunidade de capital e  $n$ : vida útil do projeto.

Também se pode referir ao valor anual dos benefícios (VAB) e ao valor anual dos custos (VAC), obtidos com mesma expressão anterior a partir do valor presentes dos benefícios (VPB) e do valor presente dos custos (VPC), com o valor presente líquido sendo igual à diferença:

$$VAL = VAB - VAC$$

### Relação benefício-custo

A relação benefício-custo é dada pelo quociente entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Se resultar maior que a unidade, o projeto é, do ponto de vista econômico, viável; se resultar menor, o projeto é inviável; e se resultar igual, é indiferente implementar ou não o projeto.

Em notação matemática:

$$RBC = \frac{VPB}{VPC}$$

Se  $RBC > 1$ : viável

Se  $RBC < 1$ : inviável

Se  $RBC = 1$ : indiferente

sendo, RBC: relação benefício-custo, VPB: valor presente dos benefícios e VPC: valor presente dos custos.

### Taxa interna de retorno

A taxa interna de retorno mede a rentabilidade econômica do capital aplicado no projeto, e corresponde à taxa de juros que torna o Valor Presente dos Benefícios igual ao Valor Presente dos Custos (o que também significa tornar o Valor Presente Líquido igual a zero).

Na avaliação da viabilidade, esta taxa deve ser comparada com a taxa de oportunidade de capital. Se resultar maior, o projeto é, do ponto de vista econômico, viável, pois apresenta rentabilidade maior em relação à aplicação livre de risco, no caso de capital próprio, ou maior que a taxa paga pelo empréstimo, no caso de capital de terceiros; se resultar menor, o projeto é inviável; e se resultar igual, é indiferente implementar ou não o projeto.

Em notação matemática:

$$i^* \text{ é tal que: } VPB = VPC, \text{ ou } VPL = 0$$

Se  $i^* > i$ : viável

Se  $i^* < i$ : inviável

Se  $i^* = i$ : indiferente

sendo,  $i^*$ : taxa de retorno do investimento,  $i$ : taxa de oportunidade de capital, VPL: valor presente líquido, VPB: valor presente dos benefícios e VPC: valor presente dos custos.

## Período de retorno

O período de retorno (*payback*) de um projeto corresponde ao período de tempo em que o investimento realizado é recuperado integralmente.

Na avaliação da viabilidade, o período de retorno deve ser comparado com a vida útil do projeto. Se resultar menor, o projeto é, do ponto de vista econômico, viável, pois o investimento é integralmente recuperado antes do final da vida útil e, por consequência, a vida útil do projeto é suficiente para proporcionar um retorno maior que o investimento feito; se resultar maior, o projeto é inviável, pois a vida útil não é suficientemente longa para proporcionar a recuperação integral do investimento; e se resultar igual é indiferente implementar ou não o projeto.

Em notação matemática:

$$n \text{ é tal que: } VPB = VPC, \text{ ou } VPL = 0$$

Se  $n < VU$ : viável

Se  $n > VU$ : inviável

Se  $n = VU$ : indiferente

sendo,  $n$ : período de retorno do investimento,  $VU$ : vida útil do projeto,  $VPL$ : valor presente líquido,  $VPB$ : valor presente dos benefícios e  $VPC$ : valor presente dos custos.

## ANÁLISE DE SENSIBILIDADE E DE RISCO DE UM PROJETO

Os resultados da avaliação econômica de alguns projetos podem ser bastante diferentes quando ocorrem alterações em um ou mais valores dos parâmetros utilizados nos cálculos (custos, benefícios, taxa de desconto e vida útil). Dessa forma, é sempre recomendável proceder à análise de sensibilidade dos resultados mediante a variação dos valores de um ou mais dos parâmetros sobre os quais há maior incerteza quanto aos valores adotados.

No caso dos projetos de segurança no trânsito, os valores da redução dos acidentes constituem os pontos críticos, pois, em geral, somente podem ser estimados de maneira aproximada, e, por isso, apresentando um maior grau de incerteza em relação aos outros parâmetros. Em razão disto, recomenda-se estabelecer um intervalo de variação provável dos valores da redução dos acidentes e recalcular os resultados da avaliação econômica considerando os valores máximo (cenário otimista) e mínimo (cenário pessimista). Os resultados obtidos devem ser comparados com aqueles do cenário original (cenário mais provável).

Também é possível fazer uma análise do risco econômico do projeto por intermédio da atribuição de probabilidades de ocorrência dos cenários considerados otimista, pessimista e mais provável.

## SELEÇÃO ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS

Muitas vezes não se trata simplesmente de verificar se um determinado projeto é economicamente viável ou não, mas de comparar economicamente diferentes alternativas propostas para um mesmo projeto. Nos casos comuns em que as alternativas têm vidas econômicas iguais, a seleção econômica pode ser feita com base no valor presente líquido, ou no valor anual líquido. Maior o índice, melhor a alternativa. Embora a taxa de retorno também possa ser utilizada, a sua aplicação exige alguns cuidados que não cabe discutir no âmbito deste texto. O valor da relação benefício-custo é inadequado para ser utilizado na comparação de alternativas.

Restrições orçamentárias podem, contudo, levar à escolha de uma alternativa com menor custo monetário, mesmo que a sua classificação não seja a melhor do ponto de vista econômico.

Em muitos casos reais, os benefícios (monetizáveis ou não) das alternativas são similares. Nesses casos, a seleção pode ser realizada com base apenas no valor presente dos custos ou no valor do custo anual — menor o custo, melhor a alternativa.

### 16.10 AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO

A avaliação econômica pura considera apenas os custos e benefícios monetários de um projeto. Em projetos de grande magnitude pode ser indicado, no entanto, examinar outros aspectos (sociais, ambientais, etc.) que não podem ser expressos em termos econômicos, ou nem mesmo quantificados. Nesse caso, recomenda-se, além da avaliação econômica, proceder a uma análise multicritério das várias alternativas existentes para o projeto.

A avaliação multicritério envolve as seguintes etapas:

- Seleção dos impactos considerados relevantes;
- Avaliação quantitativa ou qualitativa de cada impacto;
- Organização e sistematização das informações na forma matricial: as colunas representando as alternativas e as linhas os diversos impactos;
- Comparação das alternativas.

Entre as alternativas consideradas, sempre deve existir a alternativa nula, isto é, não fazer nada. Assim, mesmo que houver apenas uma opção para o projeto, a matriz de impactos terá duas colunas: a alternativa proposta e a alternativa nula (situação existente).

No caso de projetos de segurança no trânsito, devem estar sempre presentes na avaliação os números de acidentes sem vítimas, com vítimas e com vítimas fatais, bem como o número de vítimas fatais e não fatais.

Após a elaboração da matriz de impactos, segue o exame das informações

visando à comparação das alternativas. O primeiro passo no processo de comparação é a pesquisa de dominância de uma alternativa sobre outra. Diz-se que uma alternativa tem dominância sobre outra quando nenhum dos impactos associados à mesma é pior que o da outra, e pelo menos um é melhor. Nesse caso, a alternativa dominada deve ser afastada. Dentro dessa linha de raciocínio também podem ser aplicadas eliminações com base no conceito de dominância próxima, que ocorre quando uma alternativa apresenta alguns poucos impactos ligeiramente piores que os de outra, mas vence com folga na maioria.

Também relevante no processo de seleção das alternativas são as restrições financeiras e as dimensões dos impactos sobre o meio ambiente natural e construído. Alternativas cujo custo seja muito alto, ou que causam um grande impacto negativo sobre o ambiente natural e/ou construído, devem ser afastadas.

Uma técnica bastante útil na comparação das alternativas é a análise gráfica. Os diversos impactos são assinalados no eixo das abscissas e as medidas de desempenho correspondentes, no eixo das ordenadas. A melhor medida de desempenho de cada impacto deve corresponder ao ponto mais alto no eixo das ordenadas, e a pior medida, ao ponto mais baixo. Os pontos correspondentes às medidas intermediárias são obtidos, quando se tratar de valores, estabelecendo-se proporcionalidade entre a escala gráfica e o valor da medida de desempenho. Evidentemente que, construído dessa maneira, os pontos mais altos no gráfico estão associados a um melhor desempenho. Com a união dos pontos associados a cada alternativa é possível visualizar com clareza o desempenho relativo das mesmas, facilitando, assim, a comparação entre elas.

Outro procedimento que também pode ser utilizada no processo de seleção é a determinação do índice de desempenho global das alternativas, atribuindo pesos diferentes para cada um dos impactos individuais, ou seja:

$$V_j = \sum P_i \times I_{ji} = P_1 \times I_{j1} + P_2 \times I_{j2} + \dots + P_n \times I_{jn}$$

sendo:  $V_j$ : índice de desempenho da alternativa  $j$ ,  $P_i$ : peso atribuído ao impacto  $I_i$  e  $I_{ji}$ : valor do impacto  $i$  na alternativa  $j$  (positivo, se for benefício, e negativo, se for custo).

Esse procedimento mostra-se, a princípio, atraente, por permitir expressar o impacto global das diferentes alternativas por meio de um número (o índice de desempenho), proporcionando, assim, uma fácil comparação. Entretanto, o problema da subjetividade persiste, pois a definição dos pesos associados a cada impacto é, em grande medida, subjetiva.

Embora a contribuição técnica no processo de seleção da alternativa a ser escolhida seja valiosa, a decisão final sofre forte influência política, quer dos poderes constituídos, quer de pressões dos vários segmentos da população direta ou indiretamente envolvidos no projeto.

## 16.11 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados do estudo de avaliação econômica, e, se for o caso, também da análise multicritério, devem ser sintetizados em gráficos e tabelas para facilitar a compreensão dos tomadores de decisão (autoridades) e da população. Ênfase especial deve ser dada à redução da quantidade de acidentes sem vítimas, com vítimas e com vítimas fatais, bem como do número de feridos e de mortos.

## 16.12 QUESTÕES

1. Em que áreas situam-se os projetos voltados para a segurança no trânsito?
2. Comentar sobre a abrangência espacial dos projetos de segurança no trânsito.
3. Discorrer sobre a magnitude no tocante ao valor do investimento dos projetos de segurança no trânsito.
4. Todos os aspectos envolvidos nos acidentes de trânsito podem ser expressos em valores monetários?
5. Qual a utilidade de se avaliar os custos e os benefícios dos projetos voltados para a segurança no trânsito?
6. Em que áreas há maior incerteza na previsão da redução dos acidentes e, portanto, na avaliação dos custos associados?
7. Qual a sequência lógica de procedimentos no caso da definição do tipo de tratamento em um local crítico?
8. Quais os principais itens que incidem no custo dos acidentes de trânsito?
9. Que estudos recentes foram realizados no país na estimativa dos custos dos acidentes de trânsito? Citar os valores atualizados desses custos.
10. Qual a origem do benefício econômico associado aos projetos de segurança viária?
11. Como é feita a estimativa da redução do número de acidentes associados a um projeto a ser implantado? Comentar.
12. Quais são os procedimentos usuais para a avaliação do valor dos benefícios em anos posteriores à implementação do projeto?
13. Que outros aspectos podem ser relevantes para serem levados em conta em projetos voltados para a segurança viária?
14. Discorrer sobre o tema: vida útil dos projetos de engenharia voltados para a segurança no trânsito.
15. Escrever sobre os custos incidentes nos projetos de segurança no trânsito.
16. Conceituar taxa de desconto ou custo de oportunidade de capital no contexto da avaliação econômica de projetos e comentar sobre os valores dessa taxa.

17. Conceituar fluxo de caixa de um projeto e fazer esquema de um fluxo de caixa típico no caso dos projetos voltados para a segurança no trânsito.
18. Explicar os princípios da avaliação econômica de projetos.
19. Quais os principais métodos de avaliação econômica? Explicar sucintamente cada um deles.
20. Quais os critérios que devem ser utilizados na escolha da alternativa econômica mais indicada no caso comum de alternativas com a mesma vida útil?
21. No que consiste a análise de sensibilidade e de risco de um projeto? Que aspecto deve ser especialmente considerado quando se trata de projetos na área de segurança viária?
22. No que consiste a avaliação multicritério? Quais as etapas envolvidas na mesma? Como se pode comparar o desempenho das diferentes alternativas? Em que casos ela é indicada?
23. O governo de um estado está analisando a possibilidade de implementar um conjunto de ações visando reduzir a acidentalidade em um grupo de rodovias que apresentam elevado número de acidentes. O investimento previsto é de R\$100 milhões dividido em duas parcelas iguais, uma no presente e outra daqui a 1 ano. A vida útil das ações é suposta ser de 10 anos. É prevista uma redução de cerca de 1.000 acidentes anuais, sendo a seguinte a distribuição atual dos acidentes: 60% sem vítimas, 30% com vítimas não fatais e 10% com vítimas fatais. Os recursos serão concedidos por uma agência de crédito internacional a uma taxa de juros de 10% ao ano. Proceder a avaliação da viabilidade econômica do projeto, determinando todos os índices econômicos. Proceder à análise de sensibilidade dos resultados da avaliação considerando uma variação para menos de 20% na redução do número de acidentes. Utilizar no cálculo do benefício econômico os valores atualizados dos custos dos acidentes obtidos pelo IPEA.
24. Repetir a questão 23, admitindo um crescimento anual do número de acidentes similar ao crescimento médio do volume de tráfego no grupo de rodovias que é igual a 5% ao ano. Não é necessário fazer a análise de sensibilidade.
25. Os custos associados aos três tipos de ação que podem ser implementados para a redução da acidentalidade em um local crítico são os seguintes: opção A: custo inicial = 70um (unidades monetárias) e custo de manutenção = 2um/ano; opção B: custo inicial = 58um e custo de manutenção = 4,5um/ano; opção C: custo inicial = 30um e custo de manutenção = 10um/ano. Em qualquer das ações o benefício econômico anual previsto é de 20um. O horizonte de projeto é estimado ser de 10 anos. Qual a alternativa indicada do ponto de vista econômico? Encontrar a solução para taxas de oportunidade de capital de 10% e 20% aa. Qual a taxa de oportunidade de capital acima da qual a ação seria inviável?

26. Considere o caso da matriz de alternativas e impactos associados apresentada na Tabela 16.2 relativa a um projeto a ser implementado visando reduzir a acidentalidade em um trecho de via crítico. Pede-se selecionar a melhor alternativa, utilizando análise gráfica. Repetir o processo mediante avaliação numérica considerando pesos iguais a 1 para os itens custo, tempo de viagem e poluição ambiental; e variando o peso do item redução dos acidentes de 1 em 1 desde 1 até 3.

**Tabela 16.2 - Matriz de impactos para as quatro alternativas do projeto**

<b>Impacto/alternativa</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Redução dos acidentes (impacto positivo)	40	37	33	30
Custo (impacto negativo)	22	13	6	3
Aumento do tempo de viagem (impacto negativo)	1	1	1	2
Aumento da poluição atmosférica (impacto negativo)	1	1	1	1

27. No caso da questão 17 do Capítulo 15, determinar o percentual de redução do custo anual total.

# 17

## DIMENSÃO DA ACIDENTALIDADE VIÁRIA NO BRASIL

### 17.1 NÚMEROS SOBRE A ACIDENTALIDADE VIÁRIA

#### VALORES GLOBAIS

Os valores relativos à acidentalidade viária no ano de 2010 são os seguintes: 42.225 mortes (MS<sup>9</sup>), 22 mortes por 100 mil habitantes, 67 mortes por 100 mil veículos e 55 mortes por bilhão de quilômetro.

As previsões para o ano de 2012 são de 45.700 mortes, 1,33 milhão de acidentes, 670 mil feridos (muitos ficando com sequelas graves definitivas que impedem uma vida normal) e um custo para a sociedade de 52,15 bilhões de reais (cerca de 1,21% do PIB estimado).

A tendência desse grave quadro da acidentalidade viária no país é ficar ainda pior se medidas apropriadas não forem implementadas, uma vez que o número de mortes e de vítimas tem crescido significativamente nos últimos anos; o número de mortes, por exemplo, cresceu 48,27% no período 2000–2010.

#### COMPARAÇÃO COM OUTRAS CAUSAS DE ÓBITOS

As taxas de óbitos associadas às diferentes causas de mortalidade confirmam a gravidade do quadro relativo à acidentalidade viária no país. Considerando as dez principais causas definidas de óbito no ano de 2010, os acidentes de transporte terrestre ocuparam o 8º lugar, com uma taxa de 22,1 mortes por 100.000 habitantes, sendo superada pelas seguintes causas: doenças hipertensivas (23,6), agressões (27,4), *diabetes mellitus* (28,8) e gripe/pneumonia (29,0); e abaixo de doenças cerebrovasculares (52,3), doenças isquêmicas e do coração (82,9) e neoplasias malignas (92,1). No caso do sexo masculino, os acidentes de trânsito (36,8 mortes por 100 mil habitantes) ocuparam o 5º lugar, perdendo apenas para agressões (51,1), doenças cerebrovasculares (54,1), doenças isquêmicas do coração (94,2) e neoplasias malignas (101,1).

#### SITUAÇÃO EM RELAÇÃO A OUTROS PAÍSES

A comparação dos índices de mortalidade no trânsito no Brasil com a de alguns países mais desenvolvidos, conforme dados da Tabela 1.1 (capítulo 1), indica

a gravidade do problema da acidentalidade viária no país. A relação entre o número de mortes e a frota de veículos é, no país, mais de 12 vezes superior a da Suécia; 11 a do Reino Unido; 9 a da Holanda, Suíça e Alemanha; 8 a de Israel e Austrália; 7 a dos Estados Unidos, Canadá, Japão e França; 6 a da Polônia; e 3 a da Malásia.

Os números apresentados mostram que a acidentalidade no trânsito constitui uma verdadeira catástrofe no país.

## EVOLUÇÃO DA ACIDENTALIDADE

Na Tabela 17.1 estão indicados os valores anuais, no período 2000–2010, dos parâmetros que permitem quantificar a acidentalidade viária no país, bem como verificar a sua evolução. Os dados demográficos foram obtidos em IBGE<sup>67</sup>, as informações relativas à frota de veículos motorizados, em DENATRAN<sup>68</sup>, os valores da quilometragem percorrida pela frota de veículos motorizados, em NEST-USP<sup>4</sup>, o número de mortes em acidentes de trânsito, em MS<sup>69</sup>, e a quantidade de internações no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), em MS<sup>70</sup>.

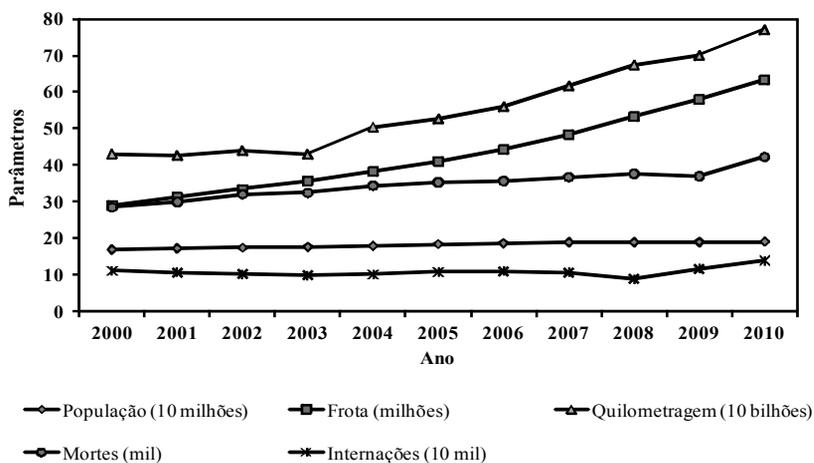
**Tabela 17.1 – Valores anuais dos parâmetros relacionados com a acidentalidade viária no país.**

Ano	População	Frota	Quilometragem	Mortes	Internações <sup>a</sup>
2000	169.799.170	29.024.040	431.308.164.089	28.478	111.057
2001	172.385.776	31.158.320	426.847.728.953	30.008	106.901
2002	174.632.932	33.463.335	439.725.986.693	32.113	102.578
2003	176.876.251	35.767.185	429.301.884.048	32.459	98.801
2004	179.108.134	38.270.628	504.522.264.787	34.438	101.373
2005	184.184.074	41.035.121	526.018.733.324	35.325	107.825
2006	186.770.613	44.268.278	559.976.893.852	35.717	109.946
2007	189.335.191	48.453.899	616.863.325.610	36.753	106.637
2008	189.612.814	53.206.174	674.650.855.589	37.694	88.511
2009	190.184.307 <sup>b</sup>	57.958.324	700.212.890.088	37.024	117.078
2010	190.755.799	63.275.832	770.012.423.719	42.225	138.213

<sup>a</sup> Número de internações de vítimas de acidentes de trânsito no âmbito do SUS, não incluindo, portanto, aquelas custeadas diretamente ou cobertas por seguro-saúde.

<sup>b</sup> Valor interpolado considerando a inconsistência do valor fornecido pelo IBGE.

A representação gráfica da evolução no tempo da população, frota, quilometragem, mortes e internações é mostrada na Figura 17.1.



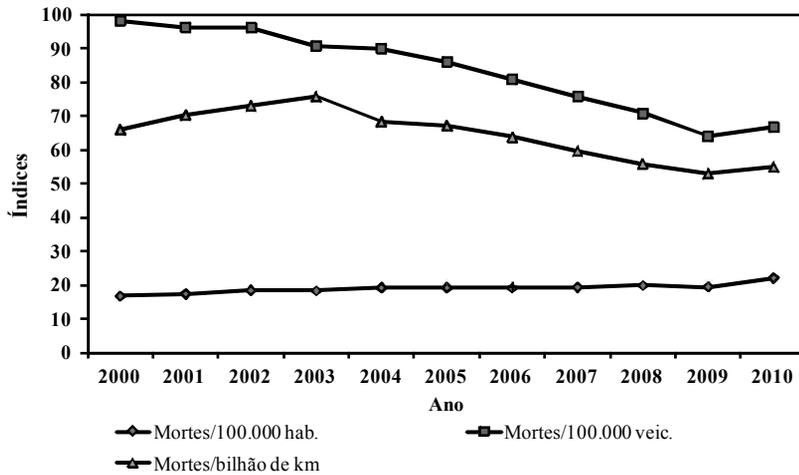
**Figura 17.1 – Evolução dos valores dos parâmetros associados à acidentalidade viária no país.**

Na Tabela 17.2 estão indicados os principais índices relacionados com a mortalidade no trânsito do país, correspondentes aos anos de 2000 a 2010.

**Tabela 17.2 – Índices relacionados com a acidentalidade viária no país.**

Ano	Veículos/ 100 hab.	Mortes/ 100.000 hab.	Mortes/ 100.000 veíc.	Mortes/ bilhão de km
2000	17,09	16,77	98,12	66,03
2001	18,70	17,41	96,31	70,30
2002	19,16	18,39	95,96	73,03
2003	20,22	18,35	90,75	75,61
2004	21,37	19,23	89,99	68,26
2005	22,28	19,18	86,08	67,16
2006	23,70	19,12	80,68	63,78
2007	25,59	19,41	75,85	59,58
2008	28,06	19,88	70,85	55,87
2009	30,47	19,47	63,88	52,88
2010	33,17	22,14	66,73	54,84

Na Figura 17.2 é mostrada a evolução no tempo dos seguintes índices: mortes/100.000 habitantes, mortes/100.000 veículos, e mortes/bilhão de quilômetro.



**Figura 17.2 – Evolução dos índices associados à acidentalidade viária no país.**

No período 2000–2010, as taxas de aumento ou redução dos principais parâmetros foram as seguintes:

- População = 12,34% (valor médio anual = 1,17%);
- Frota de veículos motorizados = 118,01% (valor médio anual = 8,11%);
- Quilometragem percorrida pela frota de veículos motorizados = 78,53% (valor médio anual = 5,97%);
- Índice de veículos motorizados por habitante = 94,06% (valor médio anual = 6,85%);
- Mortes = 48,27% (valor médio anual = 4,02%); nos últimos 5 anos (2005–2010) o valor total foi de 19,53% e o valor médio anual de 3,63%;
- Internações no âmbito do SUS = 24,45% (valor médio anual = 2,21%);
- Índice de mortes no trânsito por habitante = 32,02% (valor médio anual = 2,82%);
- Índice de mortes no trânsito por veículo = -31,99% (valor médio anual = -3,78%);
- Índice de mortes no trânsito por quilômetro percorrido = -16,95% (valor médio anual = -1,84%).

As razões do crescimento do número de acidentes, mortes e feridos no período 2000–2010 são principalmente as seguintes:

- Aumento da exposição ao risco no trânsito em razão do crescimento da frota (118,01%), da quilometragem percorrida pelos veículos motorizados (78,53%) e da população (12,34%);
- Aumento do número de motocicletas (muito mais inseguro que o carro), que representava 13,65% da frota nacional em 2000 e passou para 25,91% em 2010;
- Ineficácia das políticas públicas voltadas para a segurança no trânsito.

## **SOBRE O NÚMERO DE MORTES NO TRÂNSITO**

O número de mortes no trânsito é fornecido, no país, por três órgãos: DENATRAN, Ministério da Saúde (DATASUS) e FENASEG.

Os dados do DENATRAN são baseados nos boletins de ocorrência dos acidentes de trânsito, que registram as mortes ocorridas no local; em alguns casos até o fechamento do boletim. Esses valores deixaram de ser fornecidos pelo órgão a partir de 2006, certamente pelo reconhecimento que constituíam informações que não retratavam adequadamente a realidade.

O DATASUS, do Ministério da Saúde, por meio do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), é um sistema gerido pelo Departamento de Análise de Situação de Saúde (da Secretaria de Vigilância em Saúde), em conjunto com as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde. O procedimento começa com a coleta das Declarações de Óbito dos cartórios, realizado pelas Secretarias de Saúde, que inserem esses dados no sistema. A informação primordial é, portanto, a causa básica do óbito, a qual é codificada pelo médico atestante seguindo regras estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde. MS<sup>70</sup>

Os dados da FENASEG são baseadas nas indenizações pagas em casos de mortes, invalidez permanente e reembolso de despesas médicas, cobertas pelo seguro de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Via Terrestre (DPVAT), instituído pela Lei no 6.124 de 19/12/1974.

Na Tabela 17.3 estão indicados os valores dos números de mortos em acidentes de trânsito, de 2000 a 2010, de acordo com os três órgãos citados, como também os números de mortos estimados mediante a multiplicação dos números de mortos no local (dados do DENATRAN) por 1,65 (prática internacional).

Nas análises feitas neste livro foram utilizados os dados do Ministério da Saúde (DATASUS), que são considerados os mais confiáveis no meio técnico.

## **DISTRIBUIÇÃO DOS ACIDENTES COM VÍTIMAS**

Ainda que se refiram ao ano de 2005, vale reproduzir alguns dados relativos à distribuição dos acidentes com vítimas que constam em ABRAMET<sup>71</sup>:

- Por tipo de acidente: colisão = 53,5%, tombamento e capotagem = 10,4%, atropelamento = 17,5%, choque = 8,2%, outros = 7,8%, ignorado = 2,7% .
- Por período do dia: durante o dia = 57,0%, durante a noite = 40,3%, não informado = 2,7%.
- Por área: urbana(cidade) = 81,7%, rural = 16,4%, não informado = 1,9%.
- Por sexo: masculino = 71,5%, feminino = 28,5%.

Tabela 17.3 – Números de mortos nos acidentes de trânsito.

Ano	DATASUS	DENATRAN	DENATRAN x 1,65	FENASEG
2000	28.478	20.049	33.081	-
2001	30.008	20.039	33.064	-
2002	32.113	18.877	31.147	49.443
2003	32.459	22.629	37.338	52.028
2004	34.438	25.526	37.338	53.190
2005	35.325	25.526	43.575	55.262
2006	35.717	19.910	32.852	52.002
2007	36.753	-	-	53.734
2008	37.694	-	-	49.649
2009	37.024	-	-	45.086 <sup>a</sup>
2010	42.225	-	-	34.182 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Os valores reais serão maiores uma vez que há inúmeros processos atrasados.

A Figura 17.3 mostra a evolução no tempo do número de mortes no trânsito de acordo com os dados dos três órgãos.

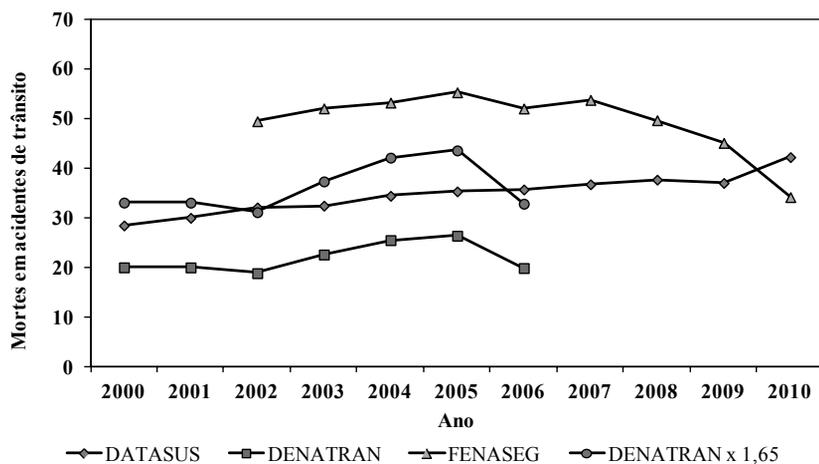


Figura 17.3 – Evolução do número de mortes no trânsito.

## MORTES EM ACIDENTES POR FAIXA ETÁRIA

Na Tabela 17.4 estão indicadas a quantidade de mortes em acidentes de trânsito por faixa etária, bem como as taxas por 100.000 pessoas da mesma faixa de idade, relativas ao ano de 2010, de acordo com MS<sup>9</sup>.

**Tabela 17.4 – Distribuição das mortes em acidentes por faixa etária no ano de 2010. Fonte: MS<sup>9</sup>.**

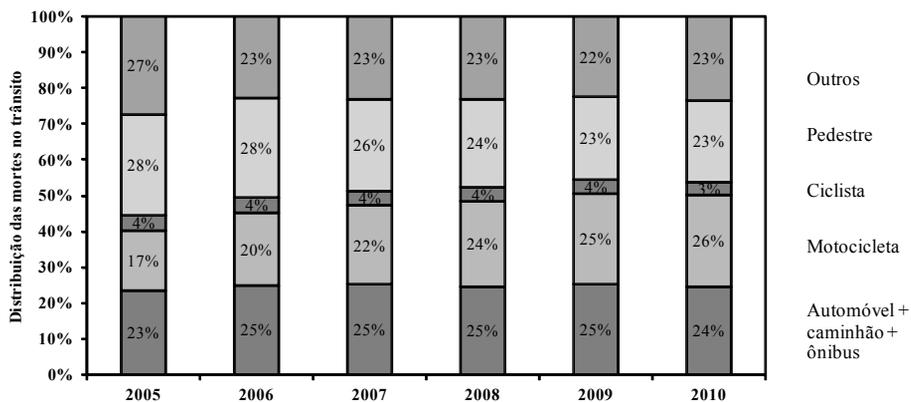
Faixa etária (anos)	Número de mortes	Distribuição em %	Quantidade de pessoas na faixa etária	Taxa (mortes/100.000hab da faixa etária)
0-10	1.092	2,59%	28,77	3,80
10-20	4.149	9,83%	34,16	12,15
20-30	11.151	26,41%	34,35	32,46
30-40	8.200	19,42%	29,63	27,67
40-50	6.359	15,06%	24,84	25,60
50-60	4.756	11,26%	18,42	25,82
60-70	3.132	7,42%	11,35	27,59
70-80	2.110	5,00%	6,31	33,47
>80	987	2,34%	2,94	33,62
Ignorado	289	0,68%	-	-

Seguem observações relevantes com base nos valores relacionados na Tabela 17.4:

- As taxas de mortes até os 20 anos são menores devido ao fato das crianças e adolescentes viajarem menos que os adultos, estando, portanto, menos expostos ao risco de se envolver em acidentes;
- Na faixa de 20 a 30 anos verifica-se uma das maiores taxa de mortes, fruto dos seguintes motivos: o número de viagens por pessoa é grande; os jovens têm menos experiência na direção de veículos e são mais dados à prática de direção perigosa e a conduzir sob efeito de álcool; e é maior o índice de utilização da motocicleta (veículo que oferece maior risco que os demais);
- A taxa de mortes mantém-se no mesmo patamar dos 30 aos 70 anos;
- Dos 70 anos em diante a taxa de mortes atinge os maiores valores em razão da perda de agilidade física e mental dos idosos — o que compromete o desempenho como condutor ou pedestre.

## MORTES EM ACIDENTES POR MODO DE TRANSPORTE

A Figura 17.4 mostra a evolução da participação percentual das mortes em acidentes de trânsito associadas aos diferentes modos de transporte rodoviário no período 2005–2010, conforme MS<sup>69</sup>.



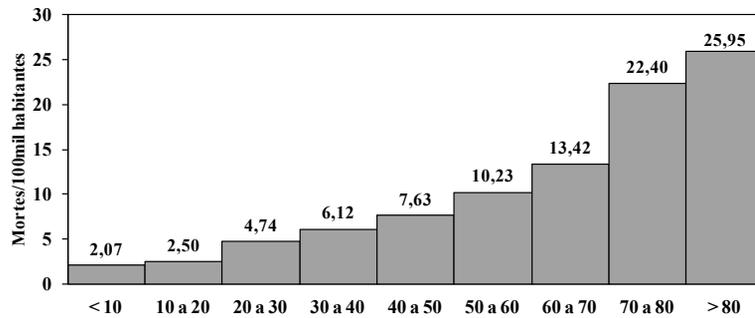
**Figura 17.4 – Evolução no tempo das porcentagens de mortes no trânsito associadas aos modos de transporte.**

Seguem algumas observações relevantes com base nos dados apresentados na Figura 17.4 (relativas ao período 2005–2010):

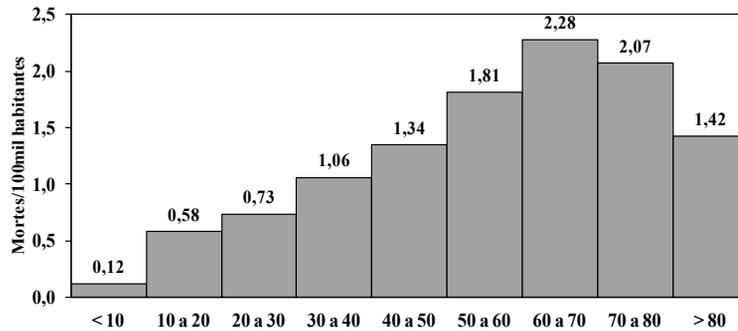
- A porcentagem relativa de mortes de pedestres diminuiu e a de ciclistas e de ocupantes de carro, caminhão e ônibus mantiveram-se praticamente constante;
- A porcentagem relativa de mortes em motocicleta apresentou grande aumento, fruto do grande crescimento da frota de motocicletas (veículo bastante inseguro).

## MORTES EM ACIDENTES: FAIXA ETÁRIA X MODO DE TRANSPORTE

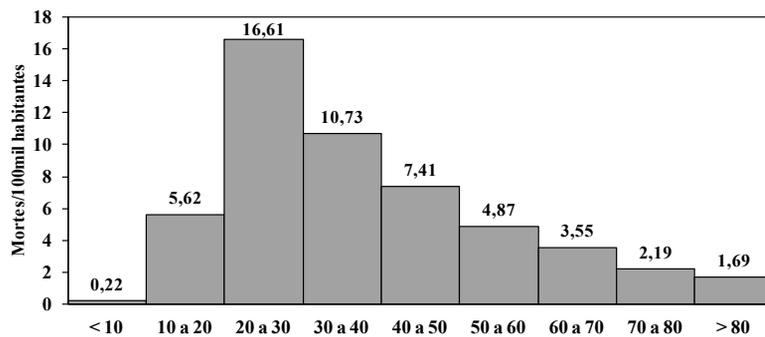
Nas Figuras 17.5 a 17.8 estão indicadas as taxas de mortes no trânsito por 100.000 habitantes correspondentes às várias faixas etárias, para os diversos modos de transporte no ano de 2009, conforme MS<sup>69</sup>.



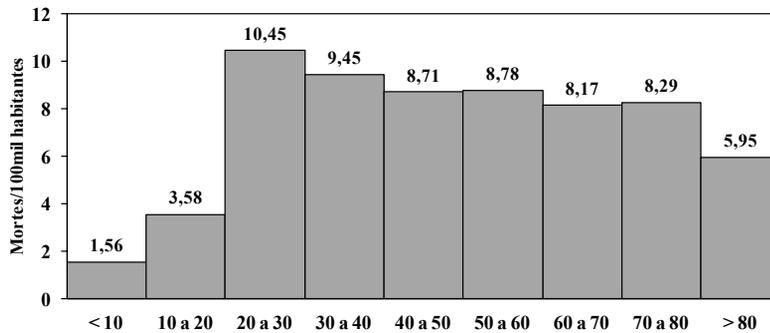
**Figura 17.5 – Taxas de mortes de pedestres por 100.000 habitantes versus faixa etária.**



**Figura 17.6 – Taxas de mortes de ciclistas por 100.000 habitantes versus faixa etária.**



**Figura 17.7 – Taxas de mortes de motociclistas por 100.000 habitantes versus faixa etária.**



**Figura 17.8 – Taxas de mortes de ocupantes de veículos convencionais por 100.000 habitantes versus faixa etária.**

Seguem algumas observações com base nos dados apresentados nas Figuras 17.5 a 17.8:

- Pedestres: a taxa de mortes cresce com o aumento da faixa etária em virtude da menor mobilidade das crianças e adolescentes e a diminuição da capacidade física e mental das pessoas com idade avançada – o que aumenta o risco na travessia de vias;
- Ciclistas: as taxas são maiores no intervalo 50–80 anos em decorrência de um maior uso da bicicleta nessa faixa etária associada à diminuição da capacidade física e mental das pessoas com idade avançada;
- Motociclistas: as taxas são maiores no intervalo 20–40 anos em razão do maior uso da motocicleta nessa faixa etária associada à prática de direção perigosa e ingestão de álcool das pessoas entre 20 e 30 anos;
- Ocupantes de veículos convencionais: as taxas são baixas para menores de 20 anos e maiores de 80 anos, em virtude da menor mobilidade nessas faixas etárias, e se mantém mais ou menos constante entre 20 e 80 anos.

## 17.2 MORTALIDADE NO TRÂNSITO NOS ESTADOS

Na Tabela 17.5 estão indicados os valores dos seguintes parâmetros referentes à acidentalidade nos diversos estados do país para o ano de 2010: número de mortes, índice de mortes por habitante, índice de mortes por veículo, índice de mortes por quilômetro percorrido e índice de motorização. Também está indicada a posição relativa de cada estado na classificação geral, com a melhor situação na 1ª posição e a pior situação na 27ª posição. Os estados estão ordenados com base no Índice de Mortes por Bilhão de Quilômetro (IMBQ).

**Tabela 17.5 – Índices associados à mortalidade no trânsito no ano de 2010. Fonte: NEST-USP<sup>4</sup>.**

Estados	Mortes	Mortes/100 mil hab	Morte/100 mil veic	IMBQ (mortes/bilhão de km)	Veic/hab
São Paulo	7.029 (27º)	17,03 (2º)	34,96 (1º)	31,78 (1º)	0,49 (2º)
Distrito Federal	636 (8º)	24,75 (15º)	51,92 (3º)	43,20 (2º)	0,48 (4º)
Rio Grande do Sul	2.181 (22º)	20,39 (9º)	47,03 (2º)	43,77 (3º)	0,43 (5º)
Minas Gerais	4.286 (26º)	21,87 (11º)	62,62 (5º)	47,61 (4º)	0,35 (10º)
Santa Catarina	1.835 (18º)	29,37 (17º)	55,32 (4º)	48,38 (5º)	0,53 (1º)
Amazonas	467 (4º)	13,40 (1º)	90,08 (11º)	48,90 (6º)	0,15 (24º)
Rio de Janeiro	2.829 (24º)	17,69 (4º)	63,68 (6º)	52,78 (7º)	0,28 (12º)
Amapá	121 (1º)	18,07(5º)	106,11 (15º)	54,58 (8º)	0,17 (22º)
Acre	138 (2º)	18,81 (7º)	92,41 (12º)	59,86 (9º)	0,20 (16º)
Goiás	1.923 (19º)	32,03 (20º)	82,88 (9º)	60,80 (10º)	0,39 (6º)
Paraná	3.388 (25º)	32,44 (22º)	67,95 (7º)	63,92 (11º)	0,48 (3º)
Mato Grosso do Sul	778 (10º)	31,77 (19º)	82,79 (8º)	65,07 (12º)	0,38 (7º)
Rio Grande do Norte	649 (9º)	20,49 (10º)	89,83 (10º)	67,18 (13º)	0,23 (15º)
Mato Grosso	1.103 (14º)	36,34(25º)	97,99 (14º)	67,63 (14º)	0,37 (8º)
Rondônia	597 (6º)	38,21 (27º)	108,97 (16º)	71,05 (15º)	0,35 (9º)
Roraima	145 (3º)	32,19 (21º)	116,93 (19º)	72,86 (16º)	0,28 (13º)
Tocantins	523 (5º)	37,80 (26º)	137,40 (22º)	75,64 (17º)	0,28 (14º)
Bahia	2.601 (23º)	18,56 (6º)	114,78 (18º)	77,61 (18º)	0,16 (23º)
Pará	1.341 (17º)	17,69 (3º)	141,10 (23º)	78,15 (19º)	0,13 (26º)
Espírito Santo	1.143 (15º)	32,52 (23º)	93,15 (13º)	81,72 (20º)	0,35 (11º)
Paraíba	829 (12º)	22,01 (12º)	119,66 (21º)	83,35 (21º)	0,18 (21º)
Pernambuco	1.939 (20º)	22,04 (13º)	111,19 (17º)	88,28 (22º)	0,20 (19º)
Ceará	2.015 (21º)	23,84 (14º)	119,48 (20º)	102,71 (23º)	0,20 (18º)
Sergipe	627 (7º)	30,82 (18º)	150,29 (24º)	103,64 (24º)	0,20 (17º)
Maranhão	1.275 (16º)	19,39 (8º)	162,04 (25º)	103,74 (25º)	0,12 (27º)
Alagoas	783 (11º)	25,09 (16º)	183,39 (27º)	133,15 (26º)	0,14 (25º)
Piauí	1.044 (13º)	33,48 (24º)	180,88 (26º)	135,91 (27º)	0,19 (20º)
<b>Brasil</b>	<b>42.225</b>	<b>22,14 (13º - 14º)*</b>	<b>66,73 (6º - 7º)*</b>	<b>54,84 (7º - 8º)*</b>	<b>0,33 (11º - 12º)*</b>

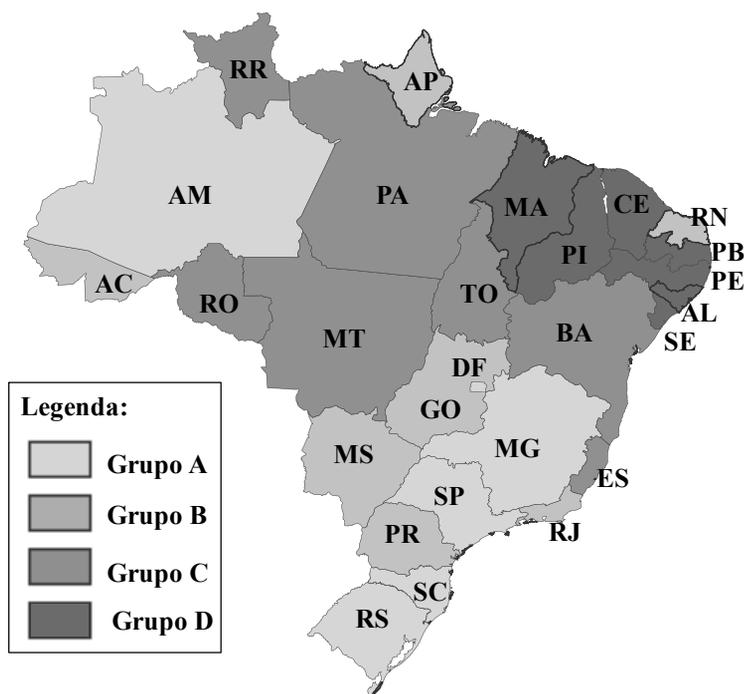
\*Posição relativa à classificação estadual.

Para uma visão agregada da situação dos estados, os mesmos foram classificados em quatro grupos, com base nos valores do IMBQ, como indicado na Tabela 17.6.

**Tabela 17.6 – Classificação dos estados por grupo com base nos valores do IMBQ. Fonte: NEST-USP<sup>4</sup>.**

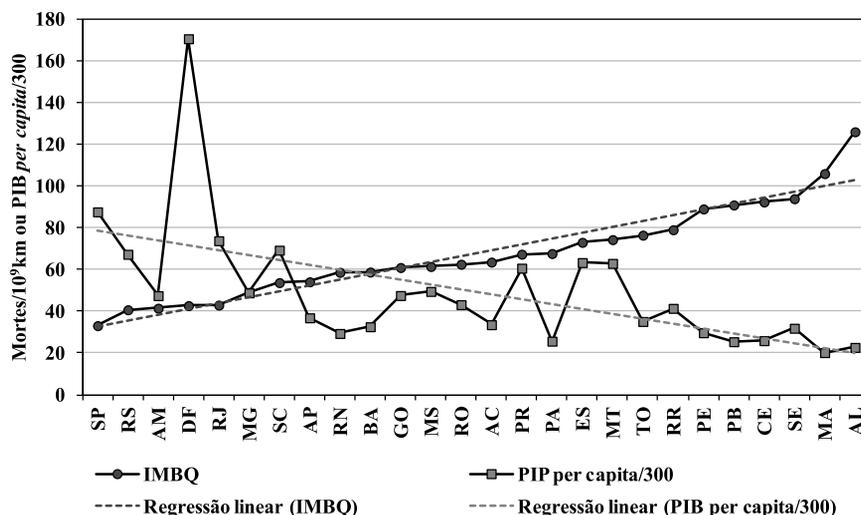
Grupo	Situação Relativa	Intervalo de variação do IMBQ	Estados
A	Boa	31,78–48,90	SP, DF, RS, MG, SC e AM
B	Regular	52,78–67,18	RJ, AP, AC, GO, PR, MS e RN
C	Ruim	67,63–81,72	MT, RO, RR, TO, BA, PA e ES
D	Péssima	83,35–135,91	PB, PE, CE, SE, MA, AL e PI

Na Figura 17.9 é mostrado o mapa do país com a identificação do grupo ao qual pertence cada um dos estados.



**Figura 17.9 – Mapa temático do IMBQ nos estados relativo ao ano de 2010. Fonte: NEST-USP<sup>4</sup>.**

Na Figura 17.10 são mostrados os valores do Índice de Mortes por Bilhão de Quilômetro (IMBQ) e do Produto Interno Bruto por habitante (PIB *per capita*) nos diversos estados, correspondentes ao ano de 2009. Os estados encontram-se ordenados do menor para o maior IMBQ.



**Figura 17.10 – Relação entre o índice de mortes por quilômetro e o PIB *per capita* (2009).** Fonte: NEST-USP<sup>4</sup>.

Observa-se uma significativa correlação entre o índice de mortes nos estados e o PIB *per capita*; em geral, quanto menos desenvolvido economicamente o estado, ou seja, menor o PIB *per capita*, maior o índice de mortes por bilhão de quilômetro (IMBQ). A explicação para isso é que nos estados economicamente menos desenvolvidos são menores os recursos investidos em segurança viária, compreendendo as áreas de Educação, Fiscalização, Saúde, Sistema Viário, etc.

### 17.3 ACIDENTALIDADE EM ALGUMAS RODOVIAS E CIDADES

#### ACIDENTES EM RODOVIAS

Na Tabela 17.7 estão indicados os valores da distribuição percentual dos acidentes e das mortes por tipo de acidente em rodovias nos seguintes três casos:

- Rodovias federais, envolvendo pista simples e pista dupla, no ano de 2004 (IPEA<sup>11</sup>);
- Trechos de rodovias de pista simples no estado de São Paulo (cerca de 640km), no ano de 2006;
- Trechos de rodovias de pista dupla no estado de São Paulo (cerca de 765km), no ano de 2006.

**Tabela 17.7 – Distribuição dos acidentes e das mortes por tipo de acidente em rodovias.**

Tipo de acidente	Acidentes			Mortes		
	Rodovias federais	Pista simples	Pista dupla	Rodovias federais	Pista simples	Pista dupla
Colisão traseira	24,1	14,0	15,7	9,0	11,9	30,7
Colisão frontal	4,0	2,7	0,7	24,6	21,4	3,4
Colisão transversal	7,1	8,1	2,0	7,7	11,9	9,1
Colisão lateral	17,0	9,9	5,6	9,8	7,1	1,1
Choque <sup>a</sup>	22,3	31,1	44,9	12,9	14,3	11,3
Atropelamento de pedestre	3,6	2,2	2,2	19,1	12,1	30,7
Atropelamento de animal	3,1	8,0	5,8	0,9	0,0	1,1
Tombamento	5,7	10,2	9,5	2,6	4,8	30,7
Capotamento	6,5	8,6	6,4	7,3	11,7	1,1
Engavetamento	1,0	0,2	0,4	0,5	0,0	2,3
Outros <sup>b</sup>	5,6	5,0	6,8	5,5	4,8	4,5
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

<sup>a</sup> Inclui os acidentes referidos como saída da pista, pois subentende-se que, salvo raríssimas exceções, sempre existe choque com algum elemento.

<sup>b</sup> Queda, incêndio, sem informação, etc.

Na Tabela 17.8 são mostrados os valores da taxa de mortalidade por tipo de acidente para os três casos mencionados, e na Tabela 17.9, os principais índices que caracterizam a acidentalidade viária.

Algumas observações relevantes que se pode depreender dos valores relacionados nas Tabelas 17.7, 17.8 e 17.9 são os seguintes:

- Os menores índices de acidentalidade e mortalidade por quilômetro verificados em trechos de pista simples e de pista dupla do estado de São Paulo, em relação às rodovias federais (que compreendem pistas simples e duplas), devem-se, certamente, ao padrão superior do projeto (geometria, sinalização, drenagem e pavimento), da conservação, da fiscalização e do socorro às vítimas;
- Em pista dupla, o índice de acidentes por quilômetro foi 3,7 vezes menor do que em pista simples e o índice de mortes no local, 2,5 vezes menor. Isso deve-se, sobretudo, às melhores condições de segurança e de operação em pista dupla, em especial a não necessidade de utilizar a pista oposta nas ultrapassagens;
- Tanto em pista dupla como em pista simples, os tipos mais comuns de acidentes são, na ordem, choque e colisão traseira. Nas rodovias federais (que englobam pista simples e dupla), os dois tipos citados também são os mais comuns, somente que em ordem invertida;

**Tabela 17.8 – Taxa de mortalidade (mortes/100 acidentes) por tipo de acidente.**

Tipo de acidente	Rodovias federais	Pista simples	Pista dupla
Colisão traseira	2,0	3,1	4,9
Colisão frontal	33,2	29,0	13,0
Colisão transversal	5,9	5,4	11,1
Colisão lateral	3,1	2,7	0,5
Choque <sup>a</sup>	6,2	1,7	0,6
Atropelamento pedestre	29,3	20,0	34,2
Atropelamento animal	1,6	0,0	0,5
Tombamento	2,5	1,7	0,6
Capotamento	6,1	5,1	1,8
Engavetamento	2,7	0,0	0,0
Outros <sup>b</sup>	5,3	0,4	2,1
<b>Total</b>	<b>5,4</b>	<b>3,7</b>	<b>2,5</b>

<sup>a</sup> Inclui os acidentes referidos como saída da pista, pois subentende-se que, salvo raríssimas exceções, sempre existe choque com algum elemento.

<sup>b</sup> Queda, incêndio, sem informação, etc.

**Tabela 17.9 – Principais índices caracterizadores da acidentalidade viária.**

Tipo de acidente	Rodovias federais	Pistas simples	Pista dupla
Mortes no local/1.000 acidentes	54,44	24,90	36,8
Acidentes/ano/km de via	4,84 - 8,34 <sup>a</sup>	5,54	1,49
Mortes no local/ano/100km de via	-	13,80	5,50

<sup>a</sup> Intervalo de valores das cinco rodovias federais com maior periculosidade, baseado no estudo do IPEA<sup>11</sup>.

- Em pista dupla, os dois tipos de acidentes que levam a um maior número de mortes são, em números iguais, colisão traseira e atropelamento de pedestre. Em pista simples, em primeiro lugar colisão frontal e, em seguida, choque.

Nas rodovias federais, primeiro, colisão frontal e segundo, atropelamento de pedestre — ordem lógica, considerando que os dados referem-se à pista simples e dupla conjuntamente;

- Em pista dupla, o atropelamento de pedestre é que apresenta a maior taxa de mortes por acidente; em segundo lugar, colisão frontal (que é rara, mas bastante letal). Em pista simples, em primeiro lugar a colisão frontal e depois o atropelamento de pedestre — a menor velocidade nesse tipo de via explica a menor letalidade nos atropelamentos.

Com base nos dados dos mesmos 1405km de rodovias (640km de pista simples e 765km de pista dupla), a estimativa da acidentalidade relativa por passageiro-quilômetro viajando em distintos tipos de veículo (exceto ônibus) apresentou os valores relacionados na Tabela 17.10. Esses valores expressam o risco relativo de uma pessoa viajar nas rodovias analisadas pelos diferentes tipos de veículos.

**Tabela 17.10 – Acidentalidade relativa por passageiro em diferentes tipos veículos.**

Tipo de veículo <sup>a</sup>	Acidente	Ferido	Morte
Carro	1	1	1
Caminhão	1	0,6	0,5
Motocicleta	3	8	11

<sup>a</sup> Os dados disponíveis não permitiram fazer uma estimativa aceitável para ônibus.

O maior risco do envolvimento em acidentes relativo à motocicleta deve-se aos seguintes fatos: por ser um veículo menor a chance de não ser vista por outros condutores é maior; por ser um veículo com apenas duas rodas está sujeita à perda da estabilidade lateral que pode levar à queda ou desvio de trajetória; e por ser muitas vezes conduzida por jovens que abusam da velocidade e realizam manobras perigosas.

O maior risco de sofrer ferimentos ou morrer no caso da motocicleta deve-se à inexistência de estrutura protetora e à ausência do cinto de segurança.

No caso do caminhão, como a estrutura é mais reforçada que a do carro e o condutor e os passageiros ficam em uma posição mais alta (o que é vantajoso em muitos acidentes), o risco de ferimento ou morte é menor do que no carro.

Outros dados relevantes dos estudos do IPEA<sup>11</sup> no caso das rodovias federais são os seguintes:

- A cada 100 acidentes ocorridos nas rodovias federais, aproximadamente, 4,4% apresentaram vítimas fatais, 31,9% registraram vítimas com ferimentos e em 63,8% deles não houve vítimas (valores referentes à situação no local do acidente, ou seja, que constam dos boletins de ocorrência da Polícia Rodoviária Federal);
- Para cada 1.000 acidentes, houve 94,9 mortos e 772,9 feridos (valores referentes ao período até 30 dias após os acidentes);

- 61% das mortes ocorreram no local do acidente e 39% depois; o número de mortes fora do local do acidente representa 65% das mortes ocorridas no local (mesma porcentagem adotada internacionalmente para os falecimentos ocorridos até 30 dias após o acidente);
- 73% dos feridos manifestaram sintomas no local e 27% depois – uma parte dos dois grupos vindo a óbito;
- A cada 11 acidentes houve uma vítima fatal (diagnosticada no local do acidente ou após o acidente) e a cada 1,3 acidente, um ferido (local mais feridos pós-acidente menos feridos que foram a óbito pós-acidente).

Estudo do Instituto de Pós-graduação e Pesquisa em Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPEAD<sup>72</sup>) mostrou que, considerando apenas as mortes registradas em rodovias federais policiadas, a taxa de óbitos por mil quilômetros de estrada é, no Brasil, de 106,8. Em outros países, esse índice tem os seguintes valores: Itália = 10,1 (10,6 vezes menor), Alemanha = 10,5 (10,2 vezes menor), Estados Unidos = 6,6 (16,2 vezes menor), Canadá = 3,3 (32,4 vezes menor). Nas rodovias americanas, para cada grupo de dez mil acidentes, morrem 65 pessoas; no Brasil, 544 (8,4 vezes mais) considerando apenas as rodovias federais policiadas, e 909 (14,0 vezes mais) considerando todas as rodovias.

## ACIDENTES EM CIDADES

Na Tabela 17.11 estão indicados os valores da distribuição percentual dos acidentes e das mortes por tipo de acidente em quatro cidades localizadas na região sul do país:

- Cidade A: população da ordem de 100 mil habitantes;
- Cidade B: população da ordem de 200 mil habitantes;
- Cidade C: população da ordem de 400 mil habitantes;
- Cidade D: população da ordem de 1,5 milhões de habitantes.

As seguintes observações podem ser feitas com base nos valores das Tabelas 17.11 e 17.12.

- Os índices de acidentes em relação à frota, como também em relação à população, são próximos, não indicando diferenças significativas quanto ao tamanho da cidade;
- As colisões transversal e lateral são os tipos mais comuns de acidentes, seguida das colisões traseira e frontal;
- Quanto à letalidade, nas duas cidades menores a ordem é colisão traseira/frontal e choque; nas duas cidades maiores, atropelamento de pedestre e choque. A existência de vias de maior velocidade nas cidades maiores explica a diferença.

**Tabela 17.11 – Distribuição dos acidentes e das mortes por tipo de acidente em quatro cidades da região sul do país.**

Tipo de acidente	Acidentes				Mortes			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Colisão traseira e frontal	21,7	25,6	24,8	34,2	30,0	50,0	14,5	11,2
Colisão transversal e lateral	44,7	46,6	33,3	46,0	20,0	12,5	14,5	19,7
Choque	27,6	20,1	12,1	11,2	30,0	31,2	22,6	23,0
Atropelamento de pedestre	3,4	2,9	8,0	5,9	10,0	6,3	25,8	42,1
Atropelamento de animal	0,3	0,4	0,8	0,0	10,0	-	3,2	-
Tombamento	0,4	0,6	2,2	0,2	-	-	3,2	-
Capotamento	0,3	0,6	1,2	0,4	-	-	-	-
Engavetamento	0,4	1,1	0,6	0,0	-	-	-	-
Outros <sup>a</sup>	1,2	2,1	17,0	2,1	-	-	13,0	-
<b>Total</b>	<b>100,0</b>							

<sup>a</sup>Queda, incêndio, sem informação, etc.

Na Tabela 17.12 encontram-se os principais índices relativos à acidentalidade viária para as quatro cidades.

**Tabela 17.12 – Principais índices caracterizadores da acidentalidade viária.**

Tipo de acidente	A	B	C	D
Taxa de motorização (veíc/100hab)	45,60	47,50	49,52	39,83
Acidente/mil veíc	35,79	33,51	35,81	36,96
Acidente/mil hab	16,32	15,92	17,73	14,72
Mortes no local/100.000 veic	10,52	16,84	15,05	27,35
Mortes no local/100.000 hab	4,80	8,00	7,45	10,90
Mortes no local/1.000 acidentes	2,94	5,03	4,20	7,40

Uma estimativa da acidentalidade relativa por passageiro viajando em carro e motocicleta para as quatro cidades analisadas apresentou os dados mostrados na Tabela 17.13. Esses valores expressam, aproximadamente, o risco relativo de uma pessoa viajar nas cidades analisadas pelos dois tipos de veículos.

**Tabela 17.13 – Acidentalidade relativa por passageiro em diferentes veículos.**

<b>Tipo de veículo</b>	<b>Acidente</b>	<b>Ferido</b>	<b>Morte</b>
Carro	1	1	1
Motocicleta	3	15	28

A comparação desses valores com os obtidos nas rodovias analisadas, permite inferir as seguintes observações:

- O maior risco do envolvimento em acidentes da motocicleta em relação ao carro é praticamente igual nos dois casos (rodovias e cidades), sendo próximo de 3;
- O maior risco de ser ferido da motocicleta em relação ao carro é cerca de 2 vezes maior na cidade do que na rodovia (15 contra 8); isso deve-se ao fato de que a maior velocidade na rodovia reduz a eficiência da estrutura do carro e da atuação do cinto de segurança na proteção das pessoas;
- O maior risco de ser morto da motocicleta em relação ao carro é cerca de 2,5 vezes maior na cidade do que na rodovia (28 contra 11) também, em razão da perda da eficiência da estrutura do carro e da atuação do cinto de segurança na proteção das pessoas devido a maior velocidade na rodovia.

Alguns dados relevantes do estudo do IPEA<sup>11</sup> no caso das cidades são os seguintes:

- Os acidentes com vítimas correspondem a 15% dos acidentes ocorridos; os sem vítimas, a 86%;
- Dos automóveis acidentados, 7% eram acidentes com vítimas; no caso das motocicletas, 71%;
- Número de queda de pessoas, sem envolvimento de veículos motorizados, por grupo de mil pessoas = 9.

## **17.4 QUESTÕES**

1. Quais as principais observações que podem ser apreendidas com base nos dados sobre a acidentalidade viária no país?
2. Quais as razões do crescimento do número de mortes e do número de acidentes com vítimas no país nos últimos anos?
3. Citar valores sobre o maior risco das viagens por motocicleta em relação ao carro no país. Por que a motocicleta é mais insegura? Citar valores acerca da participação da motocicleta na frota nacional de veículos e da taxa de crescimento desse tipo de veículo.
4. Discorrer sobre a questão dos dados acerca da mortalidade no trânsito no país.
5. Citar dados e comentar sobre a distribuição dos tipos de acidentes com vítimas de trânsito no Brasil.

6. Idem sobre a distribuição dos acidentes com vítimas por período do dia.
7. Idem sobre a distribuição dos acidentes com vítimas de acordo com a área de ocorrência.
8. Idem sobre a distribuição das mortes nos acidentes de trânsito por sexo.
9. Idem sobre a distribuição das mortes nos acidentes de trânsito por faixa etária.
10. Idem sobre a distribuição das mortes nos acidentes por modo de transporte.
11. Discorrer sobre a associação faixa etária e modo de transporte no tocante às mortes no trânsito.
12. Citar os números anuais redondos sobre a acidentalidade viária no país relativo ao ano de 2005.
13. Fornecer dados comparativos entre as mortes ocasionadas pelos acidentes de trânsito e por outras doenças.
14. Apresentar dados comparativos entre as taxas de mortalidade no trânsito no Brasil e em países desenvolvidos.
15. Qual a previsão para o futuro no tocante à acidentalidade viária no país?
16. Quais as principais observações que podem ser depreendidas com base nos dados sobre a acidentalidade viária em rodovias brasileiras apresentados nas Tabelas 17.7, 17.8 e 17.9?
17. Discorrer sobre os dados acerca da mortalidade em rodovias brasileiras em função do modo de transporte apresentados na Tabela 17.10.
18. Comentar sobre os dados apresentados no trabalho realizado por COPPEAD acerca da mortalidade nas rodovias brasileiras e de outros países.
19. Citar outros dados relevantes do estudo do IPEA sobre a acidentalidade nas rodovias brasileiras.
20. Quais as principais observações que podem ser depreendidas com base nos dados sobre a acidentalidade viária em cidades brasileiras apresentados nas Tabelas 17.11 e 17.12?
21. Discorrer sobre os dados acerca da mortalidade em cidades brasileiras em função do modo de transporte apresentados na Tabela 17.13. Comparar como os dados relativos às rodovias brasileiras apresentados na Tabela 17.10.
22. Citar outros dados relevantes do estudo do IPEA sobre a acidentalidade nas cidades brasileiras.

# 18

## SEGURANÇA DO TRÂNSITO NO BRASIL: DIAGNÓSTICO E PLANO DE AÇÕES

### 18.1 SISTEMA POLÍTICO-ADMINISTRATIVO

#### DIAGNÓSTICO

Nos últimos anos, houve no Brasil um grande avanço no âmbito político-administrativo relativo à segurança no trânsito. O novo Código de Trânsito Brasileiro, que entrou em vigor em 1998, e outras medidas governamentais suscitaram mudanças bastante positivas nesse campo, como a criação de um fundo destinado a ações voltadas para a segurança e a educação de trânsito (FUNSET) e a possibilidade de melhorar a fiscalização e agilizar a aplicação de penalidades com a municipalização do trânsito e a criação da figura da autoridade e do agente de trânsito.

Ainda há, no entanto, diversos pontos fracos no campo político-administrativo, conforme colocado a seguir.

#### **Inexistência de órgão gestor federal com força institucional**

Não existe um órgão gestor no governo federal com força institucional e recursos (técnicos e administrativos) para cuidar da segurança viária no país, o qual deveria ter os seguintes encargos: monitorar a acidentalidade em nível macro, estabelecer uma política nacional de segurança viária (com a definição de planos de ações e metas a serem atingidas), viabilizar recursos para a concretização dos planos, supervisionar a implementação das ações, etc.

Esse tipo de órgão existe em todos os países desenvolvidos e a sua criação é considerada essencial pelos organismos internacionais envolvidos com segurança no trânsito.

O Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), órgão do Ministério das Cidades, não tem força institucional para fazer de maneira adequada a gestão da segurança no trânsito no país, planejando e coordenando ações e viabilizando recursos, pois trata-se de uma simples divisão dentro de um ministério cujas prioridades são outras que não a segurança viária. Ademais, o DENATRAN exerce outras atividades de grande relevância na área do trânsito e não conta com estrutura administrativa e técnica para cuidar da segurança viária.

### **Inexistência de órgãos gestores estaduais e municipais com força institucional**

Ainda que haja órgãos responsáveis pelo sistema de trânsito nos estados, nenhum deles tem força institucional e nem a responsabilidade legal de fazer a gestão da segurança viária em nível estadual. Também não dispõem de estrutura administrativa e técnica para isso. Em vista disso, pode-se dizer que, com raras exceções, não existe uma política de segurança viária adequada nos estados.

Isso também ocorre nas cidades maiores, nas quais a gestão da segurança viária é de extrema importância.

### **Falta de recursos**

Os recursos atualmente investidos em segurança no trânsito, em todas as esferas de governo (federal, estadual e municipal), são claramente insuficientes diante da magnitude do problema.

### **Organização governamental incipiente**

Não existe uma adequada divisão de responsabilidades entre os vários níveis de governo e os diversos órgãos envolvidos com a segurança no trânsito, o que prejudica a eficiência e a eficácia das ações de combate à acidentalidade viária.

### **Planos de ações inadequados**

Os planos de ações voltados para a redução da acidentalidade viária no país são em grande parte inadequados por não terem sido elaborados por especialistas e nem contado com a participação da sociedade.

### **Pequeno engajamento da sociedade**

O engajamento da sociedade no combate à acidentalidade viária é muito pequeno; em consequência, não existe uma cultura de segurança no trânsito no país — condição vital para a redução da acidentalidade a níveis aceitáveis.

### **Falta de incentivo ao uso do transporte coletivo**

Não há incentivo ao uso do transporte coletivo (o modo mais seguro), mediante subsídio da tarifa e investimentos na melhoria dos sistemas de transporte público. Isso leva ao aumento de viagens por motocicletas, que constitui o modo de transporte motorizado mais inseguro.

### **Falta de especialistas em segurança no trânsito**

Não há profissionais especializados em número suficiente para atuar na área de segurança no trânsito, sendo a questão tratada com frequência por pessoas sem o conhecimento técnico necessário.

### **Atendimento médico precário das vítimas do trânsito**

O atendimento médico das vítimas dos acidentes no trânsito é bastante precário em várias partes do país, sobretudo nos estados mais pobres. Os principais problemas são: demora na chegada da equipe de socorro especializada para o atendimento de urgência e transporte das vítimas, falta de médicos especializados em traumatismos e falta de instalações e equipamentos adequados nos hospitais.

### **PLANO DE AÇÕES**

À luz do diagnóstico, no âmbito político-administrativo é necessário colocar em prática as ações mencionadas a seguir.

#### **Criação de órgão gestor federal com força institucional**

É absolutamente necessária a criação de um órgão gestor no governo federal com força institucional e recursos (técnicos e administrativos) para cuidar da segurança viária no país, o qual deve ter os seguintes encargos: monitorar a acidentalidade em nível macro, estabelecer uma política nacional de segurança viária (com a definição de planos de ações e metas a serem atingidas), viabilizar recursos para a concretização dos planos, supervisionar a implementação das ações, etc.

Esse tipo de órgão existe em todos os países desenvolvidos e a sua criação é considerada essencial pelos organismos internacionais envolvidos com segurança no trânsito. A princípio, o indicado é que esse órgão seja uma agência cuja denominação poderia ser Agência Nacional de Segurança no Trânsito (ANAST).

#### **Designação de órgãos gestores estaduais e municipais com força institucional**

Os estados devem designar um órgão responsável pela gestão da segurança viária para atuar em âmbito estadual, com os mesmos encargos da "ANAST" e trabalhando em estreita parceria com esta. Para tal, esse órgão deve ter instalações e estrutura técnica e administrativa adequadas.

Também nas cidades maiores devem ser designados órgãos específicos para cuidar da gestão da segurança no trânsito.

### **Dotação de recursos suficientes**

Os governos federal, estaduais e municipais devem destinar recursos públicos suficientes para a efetiva implementação de ações voltadas para o combate à acidentalidade viária.

Por sua vez, a “ANAST” deve atuar em nível nacional e internacional para captar recursos adicionais junto a organismos de fomento e empresas privadas.

### **Adequação da organização governamental**

Deve haver por parte dos três níveis de governo a divisão clara das responsabilidades afetas a cada um e aos diversos órgãos envolvidos com a questão.

### **Definição e implementação de planos adequados**

A “ANAST” deve estabelecer uma política nacional de segurança viária (com a definição de ações e metas a serem atingidas), baseado em estudos já realizados e com a participação dos ministérios afetos à questão e a sociedade organizada. Os planos a serem concretizados devem contemplar ações de curto, médio e longo prazo e ter metas quantitativas.

Os órgãos estaduais e municipais responsáveis pela segurança viária devem proceder da mesma forma, definindo planos compatíveis com a política nacional de segurança viária.

### **Promoção do engajamento da sociedade**

As várias esferas de governo devem atuar no sentido de promover o efetivo engajamento de toda a sociedade (órgãos de comunicação, polícia, fabricantes de veículos, organizações não governamentais, órgãos responsáveis pelas rodovias, empresas de transporte de carga e passageiros, empresas em geral, clubes de serviço, usuários, etc.) no processo de redução da acidentalidade viária, mediante a realização de campanhas em nível nacional exortando a população a assumir a sua responsabilidade, a veiculação de informações sobre a acidentalidade viária, a realização de parcerias com a sociedade organizada, etc.

### **Incentivo ao uso do transporte coletivo**

Os diversos níveis de governo devem incentivar o uso do transporte coletivo (o modo mais seguro), mediante o subsídio à tarifa e investimentos na melhoria dos sistemas de transporte público, reduzindo o uso de modos de transporte menos seguros.

### **Formação de especialistas em segurança no trânsito**

Os governos federal e estaduais devem estabelecer mecanismos para incentivar a formação de profissionais especializados em segurança no trânsito.

### **Melhoria do atendimento médico das vítimas do trânsito**

O atendimento médico das vítimas dos acidentes no trânsito necessita ser melhorado por intermédio das seguintes ações: expansão do Sistema de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) para todas as partes do país visando agilizar e melhorar o atendimento de urgência e o transporte das vítimas, preparação de médicos para o atendimento das vítimas dos acidentes de trânsito e melhoria das instalações e equipamentos das UTIs dos hospitais.

## **18.2 ESFORÇO LEGAL**

### **DIAGNÓSTICO**

De maneira geral, a legislação de trânsito do país, expressa na Constituição Federal (onde são feitas referências genéricas), no Código de Trânsito Brasileiro (documento principal), em resoluções do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), em portarias do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), em decretos e em leis específicas, pode ser considerada adequada.

Há, no entanto, alguns pontos frágeis no campo do Esforço Legal, sendo os principais comentados a seguir.

### **Valores baixos das multas de trânsito**

Os valores das multas de trânsito encontram-se em um patamar muito baixo, pois há muito tempo não são atualizados.

Multas com valor significativo atuam no sentido de inibir os usuários de desrespeitar as leis do trânsito, evitando, assim, muitos acidentes.

### **Penalidades brandas por velocidade excessiva**

As penalidades previstas na legislação para a infração por velocidade excessiva são muito brandas, considerando que a velocidade alta é um dos principais fatores associados à quantidade e à gravidade dos acidentes de trânsito.

É necessário estar atento, no entanto, para que não sejam fixados valores da velocidade abaixo do tecnicamente indicado, pois isso pode gerar um grande número de multas sem que haja redução da acidentalidade.

## **Legislação insatisfatória no tocante à direção sob efeito de álcool**

A legislação atual é insatisfatória no tocante à punição dos condutores que dirigem após ingerir bebida alcoólica. Primeiro, por dar condições daqueles que beberam demais, e, portanto, dirigem em situação de grande risco, se livrar de punições mais severas. Segundo, por permitir a aplicação de punição severa àqueles que beberam pouco — o que não prejudica a segurança no ato de dirigir.

## **Fiscalização incipiente**

A fiscalização do trânsito deixa a desejar, tanto no tocante à quantidade como à qualidade. Faltam agentes de trânsito e equipamentos (veículos, radares portáteis, bafômetros, etc.) e a quantidade de dispositivos de fiscalização eletrônica é pequena em comparação com a empregada nos países desenvolvidos.

Outro ponto que prejudica a eficácia da fiscalização é o fato dela não se concentrar na supervisão das infrações mais críticas (que levam a um maior número de acidentes graves, como excesso de velocidade e dirigir sob efeito de álcool), bem como nos locais onde é maior o número de acidentes graves.

## **Legislação inadequada com relação aos veículos**

A legislação não é suficientemente rigorosa no tocante ao item segurança dos novos veículos fabricados e na obrigatoriedade da manutenção adequada da frota — que poderia ser muito melhor se existisse a obrigatoriedade da inspeção periódica dos veículos (já adotada na maioria dos países desenvolvidos).

## **Deficiências no registro, tratamento e análise dos acidentes**

Em muitas partes do país, o processo de registro, tratamento e análise dos dados de acidentes de trânsito deixa a desejar no tocante à confiabilidade das informações constantes dos boletins de ocorrência, e, também, à falta de informações relevantes para a caracterização dos acidentes.

## **PLANO DE AÇÕES**

De maneira geral, no campo do Esforço Legal as ações a seguir colocadas são de grande relevância.

### **Atualização dos valores das multas de trânsito**

Os valores das multas relativas às infrações no trânsito devem ser atualizadas, para que possam, efetivamente, atuar no sentido de inibir as infrações de trânsito.

### **Penalidades mais severas por velocidade excessiva**

As penalidades previstas na legislação para a infração por velocidade excessiva devem ser mais severas, uma vez que a velocidade alta é o principal fator responsável pela ocorrência e pela gravidade dos acidentes.

É necessário, no entanto, estabelecer limites da velocidade máxima compatíveis com os diversos tipos de vias, pois valores abaixo do tecnicamente indicado prejudicam a mobilidade e podem levar a um grande número de multas sem que haja redução da acidentalidade.

### **Revisão da legislação afeta à direção sob efeito de álcool**

A legislação afeta à direção sob efeito de álcool deve ser revista, de modo a permitir a punição severa daqueles que beberam demais, e, portanto, dirigem em situação de grande risco e, ao mesmo tempo, eliminar a possibilidade da aplicação de punição àqueles que beberam pouco — o que não prejudica a segurança no ato de dirigir.

### **Intensificação e aperfeiçoamento da fiscalização de trânsito**

A fiscalização de trânsito deve ser intensificada mediante as seguintes ações: aumento do número de agentes de trânsito e da quantidade de equipamentos de auxílio (radares portáteis, bafômetros, etc.) e ampliação da fiscalização eletrônica.

Também relevante é que a fiscalização seja realizada de maneira “inteligente”, dando ênfase à fiscalização das infrações de velocidade alta e condutor alcoolizado, que são aquelas que apresentam maior correlação com a quantidade e a gravidade dos acidentes de trânsito, bem como priorizando os locais onde é maior o número de acidentes graves.

### **Exigência de maior segurança dos novos veículos**

A legislação deve exigir que os novos veículos proporcionem melhor desempenho na frenagem e no desvio de trajetória (manobras fundamentais para evitar a ocorrência e a gravidade dos acidentes), bem como maior proteção aos ocupantes e às outras pessoas envolvidas em colisões (pedestres, ciclistas, motociclistas e ocupantes de outros veículos).

### **Exigência de manutenção adequada dos veículos**

A legislação deve exigir uma melhor manutenção dos veículos, sobretudo com a implantação do sistema de inspeção periódica obrigatória (já adotada em vários países).

### **Aprimoramento das informações sobre os acidentes**

O processo de registro, tratamento e análise dos dados de acidentes de trânsito deve ser aprimorado para proporcionar informações completas e confiáveis, de modo a permitir o desenvolvimento de planos e projetos eficazes de combate à acidentalidade.

## **18.3 EDUCAÇÃO PARA O TRÂNSITO**

### **DIAGNÓSTICO**

As diretrizes sobre a Educação para o Trânsito no país estão estabelecidas de modo adequado na Constituição Federal, no Código de Trânsito Brasileiro, nas resoluções do CONTRAN e outras leis específicas. No entanto, a implementação dessas diretrizes na prática não tem sido satisfatória.

Um dos entraves à implementação de ações efetivas no campo da Educação para o Trânsito no país diz respeito à falta de recursos. Nem mesmo os recursos garantidos pela lei têm sido aplicados pelas três instâncias de governo (federal, estadual e municipal).

Uma crítica com relação à Educação para o Trânsito no país é a politização e personalização dos programas. O que deveria ser uma política pública do Estado em favor da sociedade é colocado como política de Governo, criando, assim, resistências a sua implementação e a sua continuidade. Exemplo disso é o abandono das cidades mirins para a educação de trânsito em inúmeras cidades.

A seguir são sintetizados os principais problemas afetos à Educação para o Trânsito no país.

### **Ensino no âmbito escolar incipiente**

A Educação para o Trânsito nas escolas é bastante incipiente. Não estão definidos a metodologia e os programas para o ensino nos três níveis (fundamental, médio e superior) e quase não há instituições, públicas ou privadas, que adotam de maneira sistemática a educação para o trânsito nos seus currículos.

Também deve ser apontada a inexistência de instalações adequadas para o treinamento prático das crianças e pré-adolescentes: as cidades mirins para

educação de trânsito; tanto do modelo simples e desmontável, para ser usado no próprio pátio das escolas, ou do modelo mais completo e amplo, construído em local próprio para ser utilizado por alunos de várias escolas.

### **Falhas no processo de formação e habilitação de condutores**

As seguintes principais falhas podem ser apontadas no processo de formação e habilitação dos condutores:

- Os instrutores não têm, muitas vezes, o preparo adequado para ministrar as aulas teóricas e práticas;
- O objetivo dos cursos de preparação estar na aprovação nos exames teórico e prático e não, como seria correto, no aprendizado de como conduzir e se comportar no trânsito;
- Não há treinamento em todas as condições reais: rodovias (dos diversos tipos), com chuva, sob neblina, etc. (Realizar treinamento noturno já foi tornado obrigatório em recente determinação legal.)

### **Campanhas educativas insuficientes e com baixa eficácia**

As campanhas educativas veiculadas pela mídia (rádio, televisão, jornal e *outdoor*) e outros meios (cartazes, folhetos, etc.) são, claramente, em número insuficiente e de pouca ou nenhuma eficácia. Em geral, são muito genéricas e veiculam mensagens de pouco ou nenhum impacto emocional — consequentemente sem nenhum efeito sobre o comportamento das pessoas.

Outro problema diz respeito ao fato das campanhas voltadas para a segurança no trânsito constituírem, em geral, ações isoladas sem continuidade, monitoramento e avaliação da eficácia.

### **PLANO DE AÇÕES**

A seguir são comentadas as principais ações necessárias no campo da Educação para o Trânsito no país.

#### **Implantação de programas de educação para o trânsito nas escolas**

As três esferas de governo (federal, estadual e municipal) devem implantar, de forma efetiva, programas de ensino de educação para o trânsito nas escolas nos três níveis (fundamental, médio e superior).

Para isso é necessário preparar os professores e disponibilizar material didático adequado, bem como proporcionar instalações adequadas para o treinamento prático

das crianças e pré-adolescentes: as denominadas cidades mirins para educação de trânsito; tanto do modelo simples e desmontável, para ser usado no próprio pátio das escolas, ou do modelo mais completo e amplo, construído em local próprio para ser utilizado por alunos de várias escolas.

### **Aprimoramento do processo de formação e habilitação de condutores**

Devem ser tomadas medidas para aperfeiçoar o preparo dos instrutores das autoescolas para que os cursos de preparação possam cumprir com eficácia o objetivo de efetivamente ensinar os alunos a conduzir e se comportar no trânsito, e não apenas ser aprovado nos exames teórico e prático.

Também deve ser obrigatório o treinamento dos alunos em todas as condições reais: rodovias (dos diversos tipos), com chuva, sob neblina, etc.

### **Realização de campanhas eficazes**

Devem ser realizadas pela mídia (rádio, televisão, jornal e *outdoor*) e outros meios (cartazes, folhetos, etc.) campanhas de segurança no trânsito em grande número e veiculando mensagens com grande força emocional, de forma a efetivamente mudar o comportamento dos usuários para que passem a respeitar mais as leis de trânsito e a conduzir com maior segurança.

Nesse sentido, particular atenção deve ser dada ao segmento dos motociclistas, em razão do grande crescimento do número de motocicletas no país e ao elevado risco de acidentes associado a esse tipo de veículo.

## **18.4 VEÍCULOS**

### **DIAGNÓSTICO**

Nos últimos anos, houve um significativo avanço no tocante à segurança dos veículos fabricados no país, acompanhando a tendência internacional.

Também se observa uma melhoria da manutenção da frota, sobretudo em razão do expressivo desenvolvimento econômico verificado nos últimos anos.

De maneira geral, dois sérios problemas associados à segurança no trânsito podem ser apontados com relação aos veículos: falta de manutenção adequada e grande e crescente uso das motocicletas e veículos assemelhados (que são bastante inseguros).

A falta de manutenção apropriada fica evidenciada quando se examina a porcentagem de acidentes onde estão presentes fatores contribuintes associados a falhas dos veículos: no Brasil, esse valor é da ordem de 30%, enquanto nos países desenvolvidos é de 10%.

O grande e crescente uso da motocicleta pode ser constatado por intermédio dos seguintes valores: enquanto em 2000, o número de carros representava 79,59 % da frota nacional e o de motocicletas, 13,65%; em 2010, o número de carros passou para 68,91% e o de motocicletas para 25,91%.

A seguir são colocados, em linhas gerais, os principais problemas afetos à frota veicular no que tange à segurança no trânsito.

### **Deficiências no tocante à segurança dos veículos**

Duas deficiências que ainda existem em grande parte dos veículos fabricados no país são: não emprego de sistema de freios ABS (que impede o travamento das rodas dos veículos nas frenagens, aumentando, assim, a eficiência do sistema de freio) e de airbag.

A solução para a questão do sistema de freios já está em curso, pois a resolução número 312 do CONTRAN<sup>30</sup>, de 3 de abril de 2009, torna obrigatória a utilização do sistema de freios ABS para todos os veículos fabricados no país a partir de 1º de janeiro de 2014.

Outras deficiências que podem ser apontadas nos carros nacionais são: existência de pontos “cegos”, sobretudo em razão da posição e tamanho da coluna dianteira situada na lateral direita (que prejudica a visibilidade nas vias a serem cruzadas), não existência da terceira luz de freio, tetos com baixa resistência a impactos (importante para proteger os ocupantes no caso de capotagem), etc.

No caso de caminhões, as principais deficiências são: baixa relação potência-peso, que leva ao desenvolvimento de velocidades muito baixas nas rampas em auge, e falta de estrutura protetora na parte de trás da carroceria para impedir que veículos menores entrem embaixo no caso de colisão traseira.

Nas motocicletas, podem ser citados, genericamente, os seguintes problemas associados à segurança: excesso de potência que permite o emprego de velocidades e acelerações incompatíveis com esse tipo de veículo, falta de antena protetora do pescoço e cabeça (“corta pipa”) e falta de protetor de perna (“mata cachorro”).

No caso das bicicletas, um problema genérico que pode ser apontado é a ausência de material refletivo (sobretudo na parte traseira e nos pedais), o que é fundamental para que sejam mais visíveis à noite.

### **Manutenção deficiente**

De maneira geral a frota de veículos no país deixa bastante a desejar em termos de manutenção.

Três são os principais motivos disso: não existência de inspeção periódica obrigatória (adotada na maioria dos países desenvolvidos), fiscalização rotineira incipiente e falta de campanhas de impacto mostrando à população os riscos da falta de manutenção.

## **PLANO DE AÇÕES**

As ações colocadas de forma sintetizada a seguir podem ser apontadas como positivas no tocante aos veículos.

### **Maior segurança dos veículos**

Os novos veículos devem proporcionar melhor desempenho na frenagem e no desvio de trajetória (manobras fundamentais para evitar a ocorrência e a gravidade dos acidentes), bem como maior proteção aos ocupantes e às outras pessoas envolvidas em colisões (pedestres, ciclistas, motociclistas e ocupantes de outros veículos).

Os caminhões devem ter uma relação potência-peso acima de um valor mínimo que garanta o desenvolvimento de velocidades aceitáveis nas rampas em aclive, bem como contar com estrutura protetora na parte de trás da carroceria para impedir que veículos menores entrem embaixo no caso de colisão traseira.

As motocicletas devem ter menor potência para evitar o desenvolvimento de velocidades e acelerações incompatíveis com esse tipo de veículo, bem como ser dotadas de antena protetora do pescoço e cabeça (“corta pipa”) e protetor de perna (“mata cachorro”) para proteger os condutores. Uma medida mais radical seria obrigar as motocicletas a terem sistema limitador de velocidade.

As bicicletas devem ter material refletivo na parte traseira e nos pedais para que sejam mais visíveis à noite.

### **Melhoria da manutenção dos veículos**

Para que haja uma melhoria geral da manutenção dos veículos da frota nacional são necessárias as seguintes ações:

- Implantação do sistema de inspeção periódica obrigatória (adotada na maioria dos países desenvolvidos);
- Aprimoramento da fiscalização rotineira nas abordagens policiais;
- Realização de campanhas mostrando à população os riscos da falta de manutenção.

## **18.5 INFRAESTRUTURA VIÁRIA**

### **DIAGNÓSTICO**

Em consonância com o expressivo desenvolvimento econômico e social verificado na última década, o país tem melhorado a sua infraestrutura viária (rodovias e vias urbanas) no tocante à segurança. Há, no entanto, muito ainda a ser feito para se atingir o mesmo nível de segurança observado nas rodovias e vias

urbanas dos países desenvolvidos.

Um ponto de extrema importância no combate a acidentalidade é a implementação de tratamento nos locais onde é maior a ocorrência de acidentes, sobretudo dos acidentes graves.

Na identificação dos locais críticos e na definição do tipo de tratamento é importante utilizar ferramental científico de análise, como: auditoria de segurança viária, técnica de análise de conflitos de tráfego e modelos de previsão de acidentes.

A seguir são colocados, em linhas gerais, os principais problemas afetos à infraestrutura viária no que se relaciona à segurança no trânsito.

### **Rodovias com projeto inadequado**

Uma grande parte das rodovias apresenta os seguintes problemas sob a ótica da segurança: ausência de terceira faixa nos trechos em aclives longos nas rodovias de pista simples com alto volume de tráfego, falta de acostamentos ou acostamentos muito estreitos, presença de obstáculos perigosos próximos à pista, ausência de dispositivos de contenção lateral e frontal em locais críticos, falta de passarelas para travessia de pedestres e ciclistas nas áreas com maior densidade populacional, existência de interseções rodoviárias abertas (com passagem em linha reta dos veículos da rodovia principal), valores inadequados da superelevação, da superlargura e da aderência do pavimento nas curvas, falta de legibilidade nas interseções de modo a permitir a identificação rápida e precisa das manobras a serem realizadas, entradas e saídas em locais inadequados, não compatibilidade do traçado em planta e do perfil longitudinal, sinalização inapropriada, etc.

### **Vias urbanas com projeto inadequado**

Muitos dos problemas apontados, no tocante à segurança, com relação ao projeto de rodovias também ocorrem em vias urbanas. Outros problemas são típicos das vias urbanas, como, por exemplo: cruzamentos com operação/sinalização inapropriada (por exemplo, “Pare” onde é necessário semáforo), semáforos mal posicionados e/ou sem anteparo para melhorar a visibilidade das luzes dos focos, semáforos com tempos mal dimensionados e/ou sem operação sincronizada, etc.

### **Manutenção deficiente**

A manutenção das rodovias e vias urbanas é, muitas vezes, deficiente, sobretudo nos estados e cidades mais pobres. O argumento da falta de recursos em geral não procede, pois uma manutenção satisfatória tem custo muito baixo uma vez que consiste apenas na realização do serviço de “tapa buraco”, repintura

da sinalização horizontal, lavagem das placas de sinalização vertical e limpeza da faixa lateral.

### **Demora na identificação e tratamento dos locais críticos**

Não há, no país, preocupação em realizar tratamento rápido nos locais onde é alta a ocorrência de acidentes, ainda que na maioria das vezes as ações a serem implementadas sejam simples e de baixo custo, como por exemplo: melhoria da sinalização, modificação na duração dos tempos de semáforo, eliminação de obstáculos (copa de árvores, veículos estacionados, etc.) que impedem a visibilidade da sinalização, implantação de lombada para a redução da velocidade, etc.

### **Deficiência na sinalização**

São comuns os seguintes problemas no tocante à sinalização: emprego de placas de trânsito de tamanho insuficiente para o local, sinalização horizontal inadequada, falta de manutenção da sinalização, etc.

### **PLANO DE AÇÕES**

De maneira sucinta, as ações gerais a seguir colocadas podem ser apontadas como importantes para a melhoria da segurança da infraestrutura viária.

#### **Readequação de rodovias**

As seguintes ações gerais devem ser implementadas nas rodovias: implantação de terceira faixa nas rodovias de pista simples com alto volume de tráfego, alargamento e pavimentação de acostamentos, colocação de barreiras de contenção lateral e frontal, eliminação de obstáculos rígidos próximos à pista, construção de passarelas nos locais com alto volume de pedestres atravessando, substituição de interseções abertas (com passagem direta) por rotatórias que obrigam os veículos a fazer o contorno, correção dos valores da superelevação, da superlargura e da aderência nas curvas, melhoria da legibilidade da via tornando a trajetória nas interseções mais clara para os condutores, eliminação de entradas/saídas em locais inadequados, correção de problemas na sinalização, etc.

#### **Readequação de vias urbanas**

Nas vias urbanas, as seguintes ações gerais são relevantes: colocação de semáforos em cruzamentos com grande movimento que operam com sinal de parada obrigatória, correção da posição de semáforos, utilização de anteparos para

melhorar a visibilidade das luzes dos focos dos semáforos, readequação da duração das fases e sincronização da operação de semáforos, etc.

### **Rapidez no tratamento de locais críticos**

O tratamento de locais críticos (onde é alta a incidência de acidentes) deve ser realizado com rapidez para evitar a continuidade da ocorrência de acidentes, sobretudo dos mais graves. Para isso devem ser empregadas as seguintes principais medidas: correção de problemas na via (infraestrutura ou forma de operação), implantação de dispositivos para a redução da velocidade, melhoria da iluminação, etc.

### **Sinalização de trânsito mais eficiente e com melhor manutenção**

Deve ser empregada uma sinalização de trânsito com maior impacto visual para garantir boa visibilidade, sobretudo em condições desfavoráveis (à noite, sob neblina, durante chuva forte, etc.), bem como realizar manutenção apropriada da mesma.

## **18.6 QUESTÕES**

1. Discorrer brevemente sobre o tema: o sistema político-administrativo e a segurança no trânsito do país.
2. Discorrer brevemente sobre o tema: o esforço legal e a segurança no trânsito do país.
3. Discorrer brevemente sobre o tema: a educação e a segurança no trânsito do país.
4. Discorrer brevemente sobre o tema: veículos e a segurança do trânsito no país.
5. Discorrer brevemente sobre o tema: infraestrutura viária no país e a segurança no trânsito.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WHO – World Health Organization. World Report on Road Traffic Injury Prevention. Geneva, 2004.
2. WHO – World Health Organization. Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial: Es Hora de Pasar a la Acción. Geneva, 2009. <[http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2009](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009)>.
3. WHO – World Health Organization. The top 10 causes of death. <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/index.html>>.
4. NEST-USP (Núcleo de Estudos de Segurança no Trânsito da Universidade de São Paulo). Dados obtidos com base na dissertação “Geografia da Mortalidade no Trânsito no Brasil” e pesquisa de doutorado de Jorge Tiago Bastos. São Carlos.
5. UN – United Nations. General Assembly Adopts Text Proclaiming Decade of Action for Road Safety (2011–2020), Aimed Reducing Traffic-related Deaths, Injuries. Nova Iorque, 2010. <<http://www.un.org/News/Press/docs/2010/ga10920.doc.htm>>.
6. MRS – Make Roads Safe Campaign. Ensuring the Decade is the Action: UN Decade of Action for Road Safety 2011–2020. 2010. <[http://www.makeroadssafe.org/publications/Documents/decade\\_is\\_action\\_booklet.pdf](http://www.makeroadssafe.org/publications/Documents/decade_is_action_booklet.pdf)>.
7. IRTAD – International Road Traffic and Accident Database Road Safety 2010: Annual Report. 2010. <<http://www.internationaltransportforum.org/irtad/pdf/10IrtadReport.pdf>>.
8. Elvik, R. et al. The Handbook of Road Safety Measures. 2ª ed. Bingley: Emerald, 2009.
9. MS – Ministério da Saúde. Sistema de Informações de Mortes – Datasus. Mortes por causas externas no período 2000–2010. <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/extsp.def>>.
10. IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas. Brasília, 2003.

11. IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas. Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras. Brasília, 2006.
12. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IPCA – Índice de Preços ao Consumidor Amplo. <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc\\_ipca/defaultinpc.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/defaultinpc.shtm)>.
13. Haddon Jr., W. The changing Approach to the Epidemiology, Prevention, and Amelioration of Trauma: the Transition to Approaches Etiologically Rather than Descriptively Based. American Journal of Public Health, 1968.
14. OECD - International Transport Forum. Towards Zero: Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach. 2008.
15. Western Transportation Institute, College of Engineering Montana State University. Toward Zero Deaths: A National Strategy on Highway Safety. USA, 2010.
16. Vision Zero – Programa Visão Zero. <<http://www.visionzeroinitiative.com/>>.
17. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10697/1989
18. Evans, L. Traffic Safety. Bloomfield: Science Serving Society, 2004.
19. Elvik, R., Vaa, T. The Handbook of Road Safety Measures. Editora Elsevier. 2004.
20. AASHTO. HSM – Highway Safety Manual. 1ª ed. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, 2010.
21. Fox, F. C. Centro Terapêutico Viva. <<http://www.alcoolismo.com.br>>.
22. NHTSA – National Highway Traffic Safety Administration. On DWI Laws in Others Countries. USA, 2009.
23. ABRAMET – Associação Brasileira de Medicina de Tráfego. <<http://www.abramet.org.br>>.
24. Modelli et al. Alcoolemia em Vítimas Fatais de Acidentes de Trânsito no Distrito Federal, Brasil. Revista de Saúde Pública. Brasil, 2008.
25. WHO – World Health Organization. Drinking and Driving: an International Good Practice Manual. Geneva, 2007.

26. Melcop, A. G. T.; Chagas, D. M. M; Agripino Filho, D. O Consumo de Álcool e os Acidentes de Trânsito: Pesquisa sobre a Associação entre o Consumo de Álcool e os Acidentados de Trânsito nas Cinco Regiões Brasileiras. CCS Gráfica e Editora. Recife, 2011.
27. Canani, S. F.; Barreto, S. M. Sonolência e Acidentes Automobilísticos. *Jornal de Pneumologia*, volume 27, número 2. Brasil, 2001.
28. O Estado de São Paulo. *Jornal online*. Sábado, 1º de março de 2008, 10:27. <[http://www.estadao.com.br/geral/not\\_ger133195,0.htm](http://www.estadao.com.br/geral/not_ger133195,0.htm)>.
29. CNT – Confederação Nacional dos Transportes. Pesquisa de Autônomos CNT – 2002 / Relatório Analítico. Brasil, 2002.
30. CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. Resoluções. <<http://www.denatran.gov.br/resolucoes.htm>>.
31. Sabey, B. E.; Staughton, G. C. Interacting Roles of Road Environment, Vehicle and Road Users in Accidents. Paper presented at the 5th International Conference of the International Association for Accident and Traffic Medicine. Londres, 1975.
32. Treat, J.R., Tumbas, N.S., McDonald, S.T., Shinar, D., Hume, R.D., Mayer, R.E., Stanifer, R.L., and Castellan, N.J. Tri-Level Study of the Causes of Traffic Accidents. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration. 1979.
33. Wierwille, W. W. et al. Identification of Driver Errors: Overview and Recommendations. Report No. FHWA-RD-02-003. USA, 2002.
34. Scaringella Trânsito. Investigação de Causas de Acidentes de Trânsito – Estudo de Amostra de Acidentes. <<http://www.scaringella-transito.com.br/scaringella.html>>.
35. Elvik, R. Laws of Accident Causation. *Accident Analysis And Prevention*, Estados Unidos, v. 38, p.747–752, 2006.
36. Fortes, F.; Boschiero, M.; Biassioli, P.; Ferraz, A. C. P. Interseções Rodoviárias no Brasil: Passado, Presente e Futuro. Congresso Chileno de Ingeniería de Transporte. Valparaíso, Chile, 2005.
37. CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. Curso Básico de Engenharia de Tráfego: Análise de Segurança. São Paulo, 1979.

38. McLean A.J., Kloeden C. Alcohol, Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement. Proceedings of the 16th International Conference on alcohol, drugs and traffic safety. Canada, 2002.
39. Koornstra, M. K. Transport Safety Performance in the EU. Brussels, European Transport Safety Council, 2003. <<http://www.etsc.be/rep.htm>>.
40. AASHTO. *Roadside Design Guide*. Washington, D. C.: American Association of State Highway and Transportation Officials. Atualização, 2006.
41. Andrade, C. M. O modelo QRSP para a Quantificação do Risco na Saída de Veículos da Pista em Rodovias. Tese de Doutorado – EESC–USP. São Carlos, 2011.
42. Journal of Commerce. Wire Rope Cable Barrier Improves Highway Safety. <<http://www.joconl.com/article/20070404200>>.
43. Ogden, K. W. *Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering*. Melbourne, Ashgate Publishing Ltd, 1996.
44. Lindsay. Barrier Systems. Sistemas de Segurança e Operação Viária. Apresentação do Eng. Eugenio Brunheroto. 2011.
45. Gibson, E. J.; Walk, R. D. The “Visual Cliff”. *Scientific American*. 1960; 202(4): 64–71.
46. Thagesen, B. *Highway and Traffic Engineering in Developing Countries*. Grã Bretanha: E & Fn Spon, 1996.
47. DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Manual de Identificação, Análise e Tratamento dos Pontos Negros. Ministério da Justiça, Brasília, 2ª edição, 1987.
48. MT – Ministério dos Transportes. Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito. Programa PARE. Brasília, 2002.
49. Gold, P. A. *Segurança de Trânsito – Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes*. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Washington D.C., 1998.
50. Hyden, C.; Linderholm, L. *The Swedish Traffic - Conflicts Technique*. Lund Institute of Technology. Sweden. 1986.
51. Hyden, C. *The Development of a Method for Traffic Safety Evaluation: the Swedish Traffic Conflicts Technique*. Lund Institute of Technology. Sweden, 1987.

52. Proctor, S.; Belcher, M.; Cook, P. *Practical Road Safety Auditing*. Publicado por Thomas Telford, 2001.
53. Nodari, C. T., Lindau, L. Auditorias de Segurança Viária. *Revista Transportes*, volume 9, número 2, ANPET. São Paulo, 2001.
54. Nodari, C. T. *Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários Rurais de Pista Simples*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. Porto Alegre, 2003.
55. Brandão, L. M. *Medidores Eletrônicos de Velocidade: Uma Visão da Engenharia de Implantação*. Manual teórico prático. Perkons. Curitiba, 2011.
56. Rozenstraten, R. *Psicopedagogia do Trânsito*. Editora UCDB. Campo Grande, 2004.
57. Yanaze, M. H. *Gestão de Marketing e Comunicação: Avanços e Aplicações*. Editora Saraiva. 2011.
58. Delhomme, P. et al. *Manual for Designing, Implementing and Evaluating Road Safety Communication Campaigns*. Belgian Road Safety Institute. Belgium, 2009.
59. Rozenstraten, R. *Psicologia do Trânsito, Conceitos e Processos Básicos*. Editora da USP. São Paulo, 1988.
60. Spigolon, L. M. G. *Semáforo: Grupo Focal Convencional x Grupo Focal com Informação de Tempo de Verde/Vermelho Restante*. Dissertação de mestrado – EESC–USP. São Carlos, 2010.
61. Wilde, G.J.S. *Tarjet Risk Dealing with the Danger of Death, Disease and The Damage in Everyday Decisions*. PDE Publications. Toronto, 1994.
62. Wilde, G. J. S. *O Limite Aceitável de Risco. Uma Nova Psicologia de Segurança e Saúde – Tradução por Reinier Rozenstraten*. São Paulo, 2005.
63. Peltzman, S. *The Effects of Automobile Safety Regulation*. *Journal of Political Economy*, volume 83. USA, 1975.
64. Yamada, M. G. *Impactos dos Radares Fixos na Velocidade e na Acidentalidade em Trecho da Rodovia Washington Luís*. Dissertação de mestrado – EESC–USP. São Carlos, 2005.61.
65. Hauer, E. *Observational Before-After Studies in Road Safety*. Elsevier. New York, 1997.

66. Ferraz, A. C. P.; Torres, I. G. E. Transporte Público Urbano. Editora Rima, 2ª edição. São Carlos, 2004.
67. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População. <<http://www.ibge.gov.br>>.
68. DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Frota de Veículos. <<http://www.denatran.gov.br>>.
69. MS – Ministério da Saúde. Sistema de Informações de Mortes – Datasus. Óbitos por Causas Externas – Notas Técnicas. <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/sim/ext10descr.htm>>.
70. MS – Ministério da Saúde. Sistema de Informações de Mortes – Datasus. Internações por Acidente de Transporte no Período 2000–2010. <<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203>>.
71. ABRAMET – Associação Brasileira de Medicina de Tráfego. Acidentes de Trânsito no Brasil: Um Atlas de sua Distribuição. São Paulo, 2007.
72. COPPEAD. <<http://www.centrodelogistica.com.br/new/fs-pesquisa.htm>>.



---

Este livro foi impresso pela **Suprema Gráfica e Editora Ltda** - São Carlos-SP  
(16) 3368-3329 - [supremagraficaeditora@uol.com.br](mailto:supremagraficaeditora@uol.com.br)